
PRESS G. 127
SHELF H
Nº 26




600020127l



GRUNDZÜGE

DER

PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN.

GRUNDZÜGE

DER

PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN

MIT

RÜCKSICHT AUF DIE GESUNDHEITSPFLEGE.

FÜR DAS PRAKTISCHE BEDÜRFNISS DER ÄRZTE UND STUDIRENDEN
ZUM SELBSTSTUDIUM BEARBEITET

VON

JOHANNES RANKE,

DR. MED. UND PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN.

VIERTE UMGEARBEITETE AUFLAGE.

MIT 274 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1881.

Vorrede zur zweiten Auflage.

Der Gesichtspunkt, welcher bei der Ausarbeitung der ersten Auflage leitete, war der, dem ärztlichen Publikum die Hauptlehren der Physiologie in leicht verständlicher Form und mit Rücksicht auf die praktische Verwerthung darzubieten. Daher schien es nothwendig, von der Darstellung der rein physiologischen Lehren aus sogleich auf die Anwendung derselben für ärztliche Zwecke, vor Allem für eine physiologische Gesundheitspflege überzugehen. Ebenso erschien es erforderlich, die Beschreibung der physiologischen Technik, soweit sie für den Arzt eine hervorragendere Bedeutung besitzt, so vollständig zu machen, dass eine Ausführung der betreffenden chemischen und physikalischen Versuche nach der gegebenen Anleitung möglich erschien. Mit einem Wort, das Buch sollte ein zum Selbststudium geeignetes **Handbuch** der Physiologie und physiologischen Technik **für den Arzt** sein. Daraus ergab sich weiter, dass die ärztlich minder verwerthbaren Capitel, oder diejenigen, welche sich wie die Ophthalmologie und Embryologie für das ärztliche Bedürfniss als eigene Disciplinen von der Physiologie abgesondert haben, hier entweder übergangen oder wenigstens nur ganz in der Kürze abgehandelt waren. Es wurde dadurch eine, natürlich sehr in die Augen springende Ungleichheit der Darstellung der verschiedenen physiologischen Ergebnisse bedingt.

Die freundliche Aufnahme, welche das Buch von ärztlicher Seite gefunden hat, darf vielleicht als Beweis dafür gelten, dass die Aufgabe im Allgemeinen nicht unrichtig gestellt war; sie ist der Grund dafür, dass in der neuen Auflage der alte Grundplan beibehalten und im Einzelnen sogar noch mehr und directer auf die ärztliche Verwerthung der vorgetragenen Lehren hingewiesen wurde.

Da sich aber das Buch auch Eingang auf Universitäten verschafft hat, so schien für eine neue Auflage, abgesehen von einer sorgfältigen Berichtigung und Durcharbeitung, eine grössere Gleichartigkeit in der Darstellung der einzelnen Capitel und ein Eingehen auf die bisher ausgeschlossenen Disciplinen: Entwickelungsgeschichte und vergleichende Anatomie, wünschenswerth. Es konnte das nur mit einer nicht unbeträchtlichen Vermehrung des Textes erreicht werden, die aber wenigstens zum grossen Theil durch reichlichere Anwendung kleinerer Lettern ausgeglichen werden konnte. Es wird durch den verschie-

denen Druck, wie mir scheint, die Uebersicht über die verschiedenen Richtungen der Darstellung erleichtert.

Für die reiche und gelungene Ausstattung an Abbildungen aus den Schätzen ihres Verlags, sowie in Beziehung auf Druck und Papier spreche ich der rühmlichst bekannten Verlagshandlung meinen Dank aus.

Und so möge sich das Werk in seiner neuen Gestalt die alten Freunde erhalten und neue erwerben.

München, im Mai 1872.

Johannes Ranke.

Vorrede zur dritten Auflage.

Indem ich die dritte, neuerdings durchgearbeite Auflage der Grundzüge der Physiologie vorlege, ist es Pflicht, öffentlichen Dank auszusprechen für die Unterstützung, die mir von fern und nah auch für diese Neubearbeitung zu Theil wurde. Vor Allem bin ich den wissenschaftlichen Gönnern meines Buches für die Uebersendung ihrer Originalwerke und Aufsätze verpflichtet. Doch habe ich zu bedauern, dass einige sehr hervorragende Erscheinungen der neuesten Literatur, da sie mir für den Druck zu spät zukamen, für diese Auflage nicht mehr benutzt werden konnten.

Am Tegernsee, im September 1874.

Johannes Ranke.

Vorrede zur vierten Auflage.

Die vierte Auflage bietet eine vollkommene Durcharbeitung und Erneuerung des Buches. Namentlich die hervorragenden Erscheinungen auf den Gebieten der chemischen Physiologie, dann wichtige Fortschritte in der Physiologie der Sinne und der nervösen Centralorgane waren neu zu berücksichtigen. Wieder habe ich zu meiner Freude für die vielen Beweise des Wohlwollens gegen die »Grundzüge« zu danken und für die reiche Unterstützung durch Uebersendung der Originaluntersuchungen. Nach der III. Auflage erschien eine Uebersetzung in ungarischer Sprache. Die praktischen Gesichtspunkte, welche das Buch vertritt, ohne etwas anderes sein zu wollen als ein Handbuch der gesammten Physiologie für den Arzt, scheinen sich mehr und mehr Bahn zu brechen. Der künftige Arzt soll durch das Studium der Physiologie nicht nur allgemeine Belehrung, sondern auch etwas praktisch für seinen Beruf Nützendes erhalten.

München, den 10. Oktober 1880.

Johannes Ranke.

I.

Allgemeine Inhalts-Anzeige.

Allgemeine Physiologie.

Die Physiologie der animalen Zelle.

Specielle Physiologie.

I. Die Physiologie des Stoffwechsels.

[redacted]

Seite

9. Capitel: Die Mechanik der Verdauung. Chylus und Lymphe.

1. Bewegung der Nahrungsstoffe im Nahrungsschlauch.

2. Resorption der Nahrungsstoffe ins Blut.

3. Die Lymphe und der Chylus.

II. Das Blut.

10. Capitel: Das Blut und die Blutdrüsen.

11. Capitel: Die Blutbewegung.

1. Das Herz.

12. Capitel: Die Blutbewegung.

2. Die Blutgefässe.

III. Ausscheidungen aus dem Blute.

3. Capitel: Die Athmung.

1. Lunge und Athembewegungen.

14. Capitel: Die Athmung.

2. Die Chemie des Gaswechsels.

Specielle Physiologie.

II. Die Physiologie der Arbeitsleistung.

I. Thierische Wärme.

II. Arbeitsleistung der Knochen, Muskeln und Nerven.

...apitel: Das Skelet und seine Bewegungen. Stimme und Sprache.

...Capitel: Mechanik und Chemie der Muskeln.

1. Mechanik der Muskeln.

2. Die Chemie des Muskels als Bedingung seiner Lebenseigenschaften.

III. Thierische Electricität.

Physiologie der Sinnesorgane.

II.

Zusammenstellung

der

Bemerkungen zu einer physiologischen Gesundheitspflege.

II. Beziehungen der Wohnung zur Gesundheit.

III. Die Ernährungseinflüsse auf die Gesundheit.

A. Nahrungsmittel:

IV. Einfluss der Reinlichkeit auf die Gesundheit.

V. Einige Einflüsse der äusseren Lebensstellung auf die Gesundheit.

III.

Zusammenstellung

der für den Arzt wichtigsen

Manipulationen der physiologischen Technik.

(Medicinische Chemie und medicinische Physik).

I. Medicinische Chemie und Mikroskopie.

II. Medicinische Physik.

Allgemeine Physiologie.

Die
Physiologie der animalen Zelle.



Erstes Capitel.

Von der Gestalt der Zelle, ihrer Entstehung und Umbildung.

Schema der Zelle.

Aristoteles, der Begründer der exacten Forschungsmethode in den Naturwissenschaften, sagt in seinem Buche über die Theile der Thiere, dass der Mensch, der Gegenstand unserer fortwährenden Betrachtung, das unbekannteste Naturobject sei in Beziehung auf seinen inneren Bau.

Jene missverstandene religiöse Scheu, welche im Alterthum die Zergliederung des menschlichen Leibes unmöglich zu machen schien, ist dem natürlichen Interesse der Selbsterkenntniss, dem Wissensbedürfniss des Arztes gewichen. Es gab bald kein Naturobject, welches wenigstens in seinen gröberen Verhältnissen so gründlich durchforscht und auch erkannt gewesen wäre, als der Körper des Menschen; schon zu Ende des vergangenen Jahrhunderts schien die Frage nach dem inneren Bau des Menschen vollkommen erledigt.

Unserer Zeit ist es gelungen, da sie mit verbesserten Untersuchungshülfsmitteln von neuem an die Frage herantreten konnte, auch hier einen entscheidenden Fortschritt zu machen. Während man früher bei den betreffenden Untersuchungen nur zu einer grösseren Anzahl verschiedener Elementarformen, aus denen sich der Körper zusammensetzte, gelangte, ist es vor wenig Jahrzehnten geglückt, das allgemeine Formgesetz aufzufinden, nach welchem sich in allen jenen Verschiedenheiten eine überraschende Gemeinsamkeit ergibt.

Die Wissenschaft vom Körper des Menschen, von seinem Bau und seinen Verrichtungen verdankt ihre grossen Fortschritte, die sie in der letzten Zeit zu einer früher ungeahnten Vollkommenheit geführt haben, den vorausgegangenen Entdeckungen der Chemie und Physik. Jede neue Errungenschaft auf jenen Gebieten trägt hier ihre Früchte. Für die Verhältnisse, die wir zuerst zu betrachten haben, war es die Entdeckung des zusammengesetzten Mikroskopes, mit dessen Hülfe die entscheidenden Resultate gewonnen werden konnten.

Die grösste Entdeckung, welche wir dem Mikroskope verdanken, ist zunächst nicht, wie es auf den ersten Blick erscheinen könnte, die, dass es uns mit Hülfe seiner optischen Vergrösserung einen Einblick in eine neue Welt mikroskopisch kleiner Organismen eröffnete; als der grösste Erwerb mit seiner Beihülfe muss

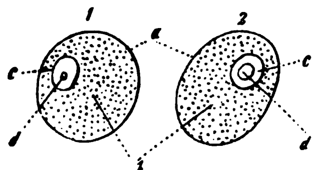
die Erkenntniss der einfachen Elementarstructur des menschlichen Körpers und mit ihm der gesammten organisirten Natur angesprochen werden.

Dem, der sich ein nur annähernd richtiges Bild machen kann von der Mannigfaltigkeit der Thier- und Pflanzenformen, vom Menschen bis hinab zu den kleinen, mit unbewaffnetem Auge nicht mehr sichtbaren Thierchen, von der Eiche bis zu dem mikroskopischen Pflänzchen, muss es im höchsten Grade Erstaunen einflössen, wenn die Wissenschaft lehrt, dass diese Menge ihm so grundverschieden dünkender Erscheinungsformen nach Einem Plane gebaut sei; wenn sie behauptet, dass eine Zusammenhäufung ein und derselben elementaren Grundform von mikroskopischer Kleinheit diese Welt von Mannigfaltigkeiten zusammensetzt.

Die Wissenschaft geht noch weiter, indem sie lehrt, dass jede dieser einzelnen, den thierischen und pflanzlichen Leib aufbauenden Grundformen als ein eigener, im Wesentlichen abgeschlossener Organismus betrachtet werden müsse. Der Organismus des Thieres und der Pflanze hört damit bis zu einem gewissen Grade auf, eine in sich geschlossene Einheit darzustellen. Er ist ein Aggregat jener Grundformen der Organisation, die wir als Grundorganismen oder mit Brücke als Elementarorganismen bezeichnen können. Die Wissenschaft legt ihnen den Namen Zellen bei. Im Folgenden haben wir uns auf die animale Zelle und ihre Betrachtung vor allem zu beschränken.

Die zahllosen, einen irgend grösseren Organismus zusammensetzenden Zellen führen auch in dieser Vereinigung eine unverkennbare Sonderexistenz. Wir sehen sie jede einzeln für sich entstehen, wachsen, sich fortpflanzen, erkranken, zu Grunde gehen, ohne dass der übrige Gesammtorganismus an diesen Einzelschicksalen eines seiner Grundtheilchen weiteren Antheil nehmen müsste. Das individuelle Leben jeder einzelnen Zelle gibt sich in eigenen, besonderen Thätigkeiten zu erkennen. Das Gesammtleben, die Gesammtthätigkeiten des grossen Organismus sind aber das Resultat des Einzellebens, der Einzelthätigkeiten aller ihn zusammensetzenden Zellen. Es wird unsere Aufgabe sein, das Leben der Zelle möglichst nach allen Richtungen zuvor zu erforschen, wenn es uns gelingen soll, die Gesammtfunctionen eines grösseren Organismus, in unserem Falle des menschlichen Leibes, kennen und verstehen zu lernen.

Fig. 1.



Kugelige Zellen. *a* Zellmembran. *b* Zelleninhalt. *c* Kern. *d* Kernkörperchen.

Man definirte ursprünglich die Zelle als ein kugeliges, kernhaltiges, mikroskopisches Bläschen (Fig. 1), mit zähflüssigem, vorwiegend aus Eiweissstoffen, Salzen und Wasser bestehendem Inhalt, eine Definition, welche durch die neueren Forschungs-Ergebnisse wesentlich umgestaltet wurde.

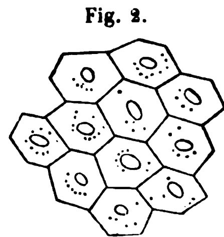
Es steht fest, dass alle höheren Thiere in ihren frühesten Entwickelungsstadien ganz und gar aus Zellen bestehen, und dass alle die complicirteren Bildungen ihres Organismus sich aus Zellen entwickeln.

Der Gedanke, dass die zusammengesetzten Bildungen des thierischen Organismus aus gleichartigen belebten Urtheilchen beständen oder wenigstens aus solchen sich herleiteten, ist zuerst theoretisch, in einem gewissen Zusammenhange mit der Leibniz'schen Monadentheorie ausgesprochen worden (E. du Bois-

Reymond). Schon im Jahre 1805 finden wir ihn in dem Werke über Zeugung bei Oken. Seine Urtheilchen sind Bläschen; in dem Programm über das Universum (1808) sagt er: »Der erste Uebergang des Unorganischen in das Organische ist die Verwandlung in ein Bläschen, das ich in meiner Zeugungstheorie Infusorium genannt habe. Thiere und Pflanzen sind durchaus nichts anderes, als ein vielfach verzweigtes oder wiederholtes Bläschen, was ich auch seiner Zeit anatomisch beweisen werde«. Heusinger, Purkinje und A. F. J. Carl Mayer (in Bonn) kamen auch von theoretischer Seite zur Behauptung des Daseins organischer Urtheilchen, die zum Theil als Infusorien und Zoospermien ein selbständiges Leben führen sollten. Buffon glaubte, dass diese belebten Urtheilchen sich zu grösseren Organismen (Kleisterälchen) zusammenfügen könnten. Valentin hat auf die Realität der Structur der thierischen Organismen aus Bläschen hingedeutet; die volle wissenschaftliche Reife durch Beobachtung erhielt die Zellenlehre im Jahre 1838 durch die Untersuchungen von Schwann (»Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmungen in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen«. 1839).

Die Bezeichnung »Zelle« für die Elementarorganismen im Thier- und Pflanzenreich rührt von der Aehnlichkeit her, welche mikroskopische Schnitte junger Pflanzentheile mit einem Flachschnitte durch eine Anzahl zusammenhängender Zellen einer Honigwabe zeigen (Fig. 2). Die an einander gelagerten Pflanzenzellen zeigen vielfältig wie die letzteren im Querdurchschnitt eine ziemlich regelmässige sechseckige Gestalt. Es bekommt dadurch das mikroskopische Bild auch eine gewisse Aehnlichkeit mit einem grobmaschigen Zeuge, das die Bezeichnung Gewebe für eine solche Zusammenordnung von Zellen zu rechtfertigen scheint, obwohl wenigstens bei den animalen Geweben diese Grundform sehr bedeutende Modificationen erleiden kann.

Fig. 2.

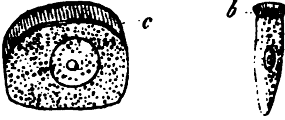


Epidermis eines zweimonatlichen menschlichen Embryo, noch weich wie Epithelium. 350mal vergrössert.

Für ein Bläschen ist eine geschlossene Hülle, eine Haut oder Membran das wesentliche Characteristicum. Wirklich zeigen viele als Zellen angesprochene Gebilde sicher in späteren Stadien ihres Lebens eine hautartige Hülle. Diese Zellmembran zeigt in der Mehrzahl der Fälle auch für unsere besten Mikroskope keine erkennbare Structur, sie scheint vollkommen homogen zu sein. Wir werden in der Folge unserer Betrachtungen auf Thatsachen stossen, die uns zwingend darauf hinweisen, nicht nur dass feine Porenöffnungen in der Zellenhülle enthalten sein müssen, welche den Ein- und Austritt von Stoffen der Zelle vermitteln; ja wir werden Andeutungen treffen, dass eine ganz bestimmte mechanische Anordnung sich finden müsse, welche einen Gegensatz zwischen der Aussen- und Innenfläche in derselben statuirt. Als Andeutung eines feineren Baues der Zellmembran sind die Beobachtungen von radiären Streifungen in den verdickten Membranen einiger Zellen zu nennen, die sich entweder als feine Durchbohrungen erklären oder auf Zusammensetzung der Zellhaut aus senkrecht dicht neben einander stehenden Stäbchen hindeuten. Funke und Kölliker haben derartige »Porencanäle« an den die Innenfläche des Darmes der Säugethiere auskleidenden Zellen und zwar an ihrem hellen Grenzsaum, der dem Darmlumen

zugekehrt ist, angegeben. O. SCHROEN beschreibt solche an den Zellen des Rete Malpighii der menschlichen Haut. LEYDIG stellte sie zuerst am Eierstocks-Ei des Maulwurfs dar (Fig. 3); vielleicht finden sie sich in der Zona pellucida aller Eier der Säugethiere wie des Menschen, welche wir als das Urschema der animalen Zelle kennen lernen werden. KÖLLIKER erinnert daran, dass an manchen Zellen sogar grössere Oeffnungen vorkommen, die Mikropylen mancher Eier, die Ausmündung einzelliger Drüsen. Die dickwandigen Kapseln der Knorpelzellen können (bei Rachitis) wie bei den verholzten Pflanzenzellen »Tüpfelcanälen« ähnliche Durchbrechungen zeigen.

Fig. 3.



Epithelzellen aus dem Darm, c und b einseitig verdickte Wand mit Porencanälen (nach LEYDIG).

Die Zellmembran umschliesst einen bei verschiedenen Zellen sehr verschiedenen eiweissreichen Inhalt, in seiner wesentlichen Masse als Protoplasma bezeichnet. Im Allgemeinen zeigt letzteres sich halbflüssig, mehr oder weniger zäh, mit moleculären, körnigen, in manchen Fällen vollkommen regelmässig angeordneten Einlagerungen. Meist findet sich bei lebensfähigen Zellen innerhalb dieses Inhaltes neben den kleineren moleculären Körnchen central oder wandständig stehend ein solider oder bläschenförmiger Kern, der in seinem Innern noch ein oder mehrere kleinere, meist stärker glänzende Körnchen, die sogenannten Kernkörperchen erkennen lässt. Danach pflegte man, wie schon oben gesagt, an dem Schema der Zelle zu unterscheiden: eine kugelig gestaltete, rings geschlossene, bläschenartige Membran mit einer bestimmten, mikroskopisch jedoch bis jetzt kaum nachweisbaren Structur, einen mehr oder weniger dickflüssigen Inhalt meist mit kleinen eingestreuten Körnchen und einem grösseren Kern mit einem oder mehreren Kernkörperchen.

Von diesen die Zelle zusammensetzenden »Organen« kann eines oder das andere mangeln, ohne dass dadurch das Ganze den Charakter der Zelle verlieren

[redacted]

Man darf aber dabei nicht übersehen, dass man nach der neueren Auffassungsweise vielfältig älteren Beobachtungen, die zur Annahme einer Zellenmembran führten, nur eine andere Deutung gibt.

Im Gegensatze zu der Anschauung von der hervorragenden Bedeutung des Zellkerns für das Zellenleben steht eine andere Anschauungsweise, welche als Urtypus aller Organisation »kleine mit Bewegungsfähigkeit ausgestattete Protoplasmaklümpchen« als Elementarorganismen bezeichnet. Der Kern ist danach für die »Zelle« auch nicht erforderlich. Diese Auffassung wurde zunächst von Brücke im Anschluss an die Beobachtungen der Botaniker aufgestellt. In der neueren Zeit wurde sie durch Haeckel's und Cienkowsky's Untersuchungen über kernlose Protisten (z. B. Protogenes primordialis) im adriatischen Meer, so wie durch die analogen Beobachtungen M. Schultze's besonders angeregt.

Kölliker nennt das Protoplasma (Cytoplasma) die vorzugsweise lebende Substanz.

Nach Häckel vermehrt sich jener kernlose, nur aus einem Protoplasmaklümpchen bestehende Protogenes, also ohne Betheiligung eines Kerns, durch Theilung.

Gegenbaur ist der Ansicht, dass die complicirten formellen Lebenserscheinungen des Protoplasmas, wenn man es auch anatomisch nicht weiter zerlegen kann, doch der Art seien, dass sie nicht blos einen complicirteren, in der molecularen Beschaffenheit beruhenden Bau voraussetzen lassen, als wir bis jetzt zu erkennen im Stande sind, sondern dass das Protoplasma darin complicirten Organismen an die Seite gesetzt werden könne.

C. Heitzmann glaubt an dem Protoplasma (der Amöben, Blutkörper des Flusskrebses, farblosen Blutkörperchen von Triton und vom Menschen, Colostrumkörperchen) mit stärksten Vergrösserungen eine sichtbare netzförmige Struktur nachgewiesen zu haben. Die bekannten Protoplasmakörnchen sind die Knotenpunkte dieses Netzwerks. Den Thierkörper erklärt Heitzmann für einen gewaltigen Protoplasmaklumpen, in welchem sich »isolirte Protoplasmakörper« (Wanderzellen, weisse und rothe Blutkörperchen) neben nicht im strengen Wortsinn lebendigen Substanzen (Bindegewebe, Fett, Pigmentkörper etc.) eingelagert finden.

Als einfachsten Typus der Organisation spricht man nun ein Protoplasmenklümpchen mit oder ohne Kern: Bischoff's kernhaltige Protoplasten oder Häckel's kernlose Cytoden) an. Er ist z. B. bei Pflanzen (Bildung der Schwärmsporen, cf. unten) constatirt. Bei der Lehre von der Entwickelung des Eies werden wir sehen, dass in einem gewissen Stadium nach dem Verschwinden des Keimbläschens und vor dem Neuauftreten des Kerns als Furchungscentrum sein Protoplasma eine kernlose kugelige Masse darstellt, welcher in höchstem Maasse die Entwickelungsfähigkeit innewohnt. Die weiteren Differenzirungen des Leibes dieser »Elementarorganismen« (Brücke) führen zunächst zur Bildung eines »Kernes«, vielleicht zunächst noch ein solider, festweicher Protoplasmatheil, der mehr und mehr an Selbständigkeit gegenüber dem übrigen Protoplasma gewinnt, und sich durch eine eigene Membran abschliessen kann, welche z. B. bei dem Keimbläschen, dem Kern des unbefruchteten Eies, das als eine Zelle auf dem Höhepunkt der formalen Entwickelung betrachtet werden darf, auf das Sicherste nachgewiesen ist. Der Kern gestaltet sich dadurch in ein Bläschen um. Der Kern entsteht aus dem Protoplasma, er liegt stets im Protoplasmarest eingebettet, er ist im Stande, sich wieder zu Protoplasma aufzulösen, er enthält die wesentlichen chemischen Bestandtheile desselben (Eiweisskörper, Nuclein), er ist, da wo er sich findet, ein besonders wesentlicher Theil des Protoplasmas. In diesem Zustande der Differenzirung: Protoplasma mit eingelagertem Kern, scheinen sich die animalen Elementarorganismen vielfältig zu finden, man spricht auch diesen Zustand als einen Jugendzustand der Zelle an. Consequent müssen derartige Gebilde von denen »nackte Zellen« genannt werden, welche zum Begriff der Zelle die Membran als unerlässlich voraussetzen.

Die Stoffe, die den Kern bilden, waren vor seiner Abscheidung in irgend einer Weise im Protoplasma vorhanden, sie können wieder in das Protoplasma zurückkehren. Auch die anderen Differenzirungen der Zelle, die Bildung der Zellmembran und der Zwischenzellenmassen, die Bildung der körnigen und flüssigen Protoplasmaeinschlüsse, die Bildung der Kernkörperchen sind zunächst Differenzirungen des Protoplasmas, die Stoffe, aus denen sie bestehen, oder ihre Bildungsmaterien, waren vorher in irgend einer Form im Protoplasma vorhanden. Das

ungeformte Protoplasma der Zelle mit dem Kern, die »vorzugsweise lebende Substanz« Kölliker's, die »Keimsubstanz der Zelle« Lionel Beale's (germical matter), umgibt sich in der Folge des Zellenlebens mit »geformter Materie« (formed material), das mehr erhärtend aus der lebhaften Stoffbewegung des Protoplasmas heraustritt. So entsteht die Zellmembran, die Zellkapsel, die »Zwischensubstanz« des Bindegewebes, in welchen noch neue Differenzirungen chemischer Art, Haut- und Schichtbildungen von abwechselnd verschiedenem Wassergehalt der geformten Materie oder elastischer Erhärtung derselben auftreten können. Es liegt dann in einem verschieden dicken Hof »geformter Materie« der Zellkern in seinem Protoplasmarest eingebettet, welche zusammen immer noch das eigentlich Wesentliche der Zelle darstellen.

Das Protoplasma hat die Fähigkeit, sich mit Flüssigkeiten zu imbibiren oder zu mischen, während des Lebens in nur geringem, wechselndem Grade. In dem Zustande der höchsten Lebensenergie scheidet es activ aufgenommene Flüssigkeiten entweder nach aussen ab, sodass sich dadurch seine Masse verringert, oder die Abscheidung geschieht in das Protoplasma selbst, wodurch dann mit wässeriger Flüssigkeit erfüllte Hohlräume im Protoplasma entstehen. Das Protoplasma bekommt dadurch eine Art von zusammengesetztem Bau (Brücke). Durch partielle Contractionen des Protoplasmas können die wässerigen Inhaltsmassen mit ihren körnigen Einschlüssen hin und her bewegt werden. In Folge innerer Veränderung des Protoplasmas saugt es oft mit einem Mal seine Höhlenflüssigkeiten in sich ein, um sie später langsamer wieder abzuscheiden.

Die ausgebildete, in sich abgeschlossene Zelle lässt sonach (J. Sachs) eine Anzahl concentrisch gelagerter, chemisch und physikalisch verschiedener Schichten: feste, halbfeste, flüssige unterscheiden. In der jugendlichen Zelle, die nur aus undifferenzirtem Protoplasma bestehen kann, ist die Fähigkeit zu dieser Schichtenbildung das Charakteristische.

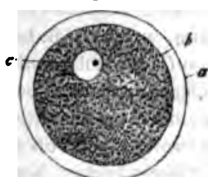
Es fragt sich aber, ob es zweckmässig ist, so verschiedene Gebilde unter dem einen Namen: Zelle zu vereinigen. Man spricht auch von Larve und vollkommenem Insect als zweierlei, und analog verhält es sich ja mit den Protoplasten (oder Cytoden) und den daraus sich bildenden Zellen, Zwischenmaterien, Fasern etc. (v. Bischoff).

Die Eizelle.

Das reife Ei des Menschen und der Säugethiere wird meist als der Typus der animalen Zellen betrachtet, man nennt es in diesem Sinne Keimzelle.

Das menschliche Ei besitzt vollkommene Kugelgestalt. Sein Durchmesser beträgt 0,18—0,2 mm. Sein zähflüssiges, körniges Protoplasma wird als Dottermasse bezeichnet. Sie ist umgeben mit einer ziemlich dicken, farblosen, glasartig durchsichtigen Hülle, der Zona pellucida. Eingebettet in das Protoplasma liegt ein helles Bläschen, das Keimbläschen 40—50 μ), das man als Zellkern anzusprechen pflegt. In ihm zeigt sich eine körnige dunklere Masse, der Keimfleck (5—7 μ), als Kernkörperchen. Von den anderen animalen Zellen unterscheidet sich das Ei zunächst durch seine bedeutendere Grösse, die es dem unbewaffneten Auge noch sichtbar macht, während fast alle animalen Zellen sonst nur mit Hülfe des Mikroskops zu erkennen sind, im Durchschnitt von 0,01—0,02 mm Grösse.

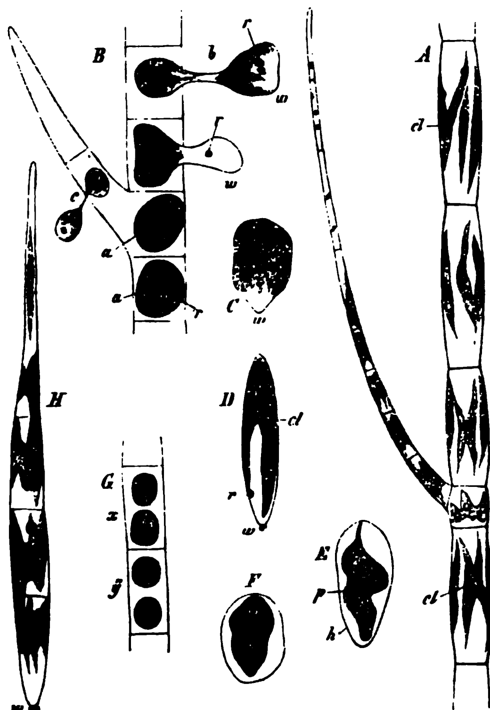
Fig. 1.



Ovulum des Menschen aus einem mittelgrossen Follikel, 250mal vergr. *a* Dotterhaut, Zona pellucida, *b* äussere Begrenzung des Dotters und zugleich innere Grenze der Dotterhaut, *c* Keimbläschen mit dem Keimflecke.

Neuerdings versuchte man wieder an dieser Auffassung des reifen Säugethier-Eies als Zelle zu rütteln. Nur im ersten Stadium der Bildung, als sogenanntes Primordialei, soll es eine einfache Zelle sein, während an dem reifen Ei die Zona, welche von dem Eisäckchen abgesondert werde (Pflüger), und sogar ein Theil des Dotters als »secundäre« Bildungen angesprochen werden (Cap. 27). Götte erklärt

das Ei für keine Zelle, sondern geradezu für e i n e u n o r g a n i s i r t e M a s s e. Nach seinen Beobachtungen am Bombinator igneus e n t s t e h t das Ei dieser Thiere nicht aus einer Zelle, sondern durch Verschmelzung mehrerer Zellen, und der Dotter bildet sich durch Absonderung der Eifollikelwand. HIS lehrt (gegen GEGENBAUR und WALDEYER), dass bei Fischeiern ein Theil des Dotters aus in das Ei eingewanderten Bindesubstanzzellen des Eierstocks abstamme. Der Säugethierdotter differenzirt sich in einem homogenen, mehr flüssigen und einen körnigen Abschnitt, welcher theils dunkle fettähnliche Kugeln verschiedener Grösse, theils kleinste, blasse Körnchen zeigt; PFLÜGER vermuthet auch einen functionellen Unterschied beider Dottermassen. v. BISCHOFF hält an der Deutung des Keimbläschens als erster Zelle fest, alles Andere seien secundäre, diese wahre Keimzelle umlagernde Bildungen. Das reife Ei wäre demnach gewissermassen mit einem complicirteren Organismus zu vergleichen. Aber ist nicht wohl jede Zelle ein solcher?· Zur Definition einer Zelle gehört es keineswegs, dass das Gebilde aus e i n e r Mutterzelle etwa durch Theilung entstanden sei, sehr vielfach entstehen die einfachen Elementarorganismen aus Verschmelzung mehrerer Zellen.



Stigeoclonium insigne (nach NÄGELI, Pflanzenphysiolog. Untersuchungen Heft I); *A* ein aus einer Zellenreihe bestehender Ast der Alge mit einem Seitenzweig; *cl* sind grün gefärbte Protoplasmagebilde (Chlorophyll), welche dem farblosen, in der Zeichnung nicht sichtbaren Protoplasmaschlauch jeder Zelle eingebettet sind; *B* die Protoplasmakörper der Zellen contrahiren sich und treten durch Oeffnungen der Zellhäute hinaus; *C* Schwärmspore noch ohne Haut; *D* eine solche zur Ruhe gekommen, bei *E* und *F* getödtet; das Protoplasma *p* zieht sich zusammen und lässt die neugebildete Zellhaut *h* erkennen; *H* eine junge, aus der Schwärmspore erwachsene Pflanze; *G* zwei Zellen eines Fadens, die in Theilung begriffen sind. Der Protoplasmakörper jeder Zelle (*x* und *y*) ist einstweilen in 2 gleiche Theile zerfallen und durch ein zugesetztes Reagens contrahirt.

Zur vergleichenden Anatomie. — KÖLLIKER nennt e i n f a c h e Eier solche, die einer einzigen Zelle entsprechen und bei denen der Bildungs- und Ernährungsstoff des Embryo, der Dotter, ganz und gar den Werth e i n e s Zelleninhalts besitze: primärer Dotter. Diese Eier bezeichnet man als h o l o b l a s t i s c h e oder m e r o b l a s t i s c h e (REMAK), je nachdem sie nur aus Bildungsdotter (Säugethiereier) oder aus Bildungsdotter und Nahrungsdotter (Vogeleier) bestehen, daher entweder eine t o t a l e oder e i n e p a r t i e l l e F u r c h u n g (cf. unten) z e i g e n. — D i e E i e r v i e l e r n i e d e r e n T h i e r e aus den Abtheilungen der Würmer, Mollusken, Echinodermen, Polypen schliessen sich dem Typus der Säugethiere an, andere finden wir meroblastisch, noch andere zusammengesetzt. Bei den Insecten entspricht das Ei theils einer einfachen Zelle (Orthoptera, Libelluliden, Puliciden), theils entsteht das Ei durch Zusammentritt mehrerer Zellen. Die eine derselben ist die wahre Eizelle, die sich mit dieser verbindenden bezeichnet man als Keimzellen, andere als Dotterbildungszellen (STEIN) oder Einährzellen (H. LUDWIG). Kart und WEISMANN sahen mehrfach die letzteren Zellen mit der Eizelle zu einem einheit-

lichen Körper verschmelzen. Bei den Aphiden ergiesst sich der Inhalt der Keimzel besondere hohle Stiele in die Eizelle (Huxley, Claus, Leydig). Auch bei verschiedenen abtheilungen entsteht das Ei als ein zusammengesetztes Gebilde.

Die Zellen der Pflanzen sind in ihrem Verhalten den thierischen Zellen an hielt früher das Vorkommen einer äusseren Zellmembran aus Cellulose bestehen ersteren für einen durchgreifenden Unterschied zwischen Pflanzen- und Thierzell

Fig. 6.

Parenchymzellen aus der mittleren Schicht der Wurzelrinde von Fritillaria imperialis; Längsschnitte nach 550maliger Vergrösserung. *A* dicht über der Wurzelspitze liegende, sehr junge Zellen, noch ohne Zellsaft; *B* die gleichnamigen Zellen, etwa 2 Millimeter über der Wurzelspitze, der Zellsaft *s* bildet im Protoplasma *p* einzelne Tropfen, zwischen denen Protoplasmawände liegen; *C* die gleichnamigen Zellen etwa 7—8 Millimeter über der Wurzelspitze; die beiden Zellen rechts unten sind von der Vorderfläche gesehen; die grosse Zelle links unten im optischen Durchschnitt gesehen; die Zelle rechts oben durch den Schnitt geöffnet: der Zellkern lässt unter dem Einfluss des eindringenden Wassers eine eigenthümliche Quellungserscheinung wahrnehmen (*x y*) (Sachs).

zeigt sich auch hier kein Scheidungslinie zwischen Pf Thier. Bei niederen Thieren lulose mit all ihren von zenzelle her bekannten Eig aufgefunden worden, doch Zellmembran. Nach den Unt gen von Löwig und Köllik ihr Vorkommen auf die Tuni schränkt zu sein. Man hat nachgewiesen: im Mantel lusia mammillaris, in der kn Hülle der einfachen Ascidien lederartigen Mantel von endlich im äusseren Rohr d

Auch bei den Pflanzenze das Protoplasma die Haup ist eiweissreich, hat die Fäh Contractilität in analoger das thierische Protoplasma, mische Zusammensetzung ist bei beiden mit Ausnahme de gehaltes doch nicht unwesen schieden, insofern bei der zelle die Cellulose ein gewöl Bestandtheil ist, die, wie er der Thierzelle nur in ganz nen Fällen vorkommt. Au standtheile des Zellsaftes sin den Reichen meist ziemlich

Die Entstehung der Sc sporen der Algen und man zeigt uns die Selbständigkeit toplasmakörpers von dem W Zelle sehr deutlich. Nach d suchungen von Nägeli zieht bei Stigeoclonium insigne (l mit Zellsaft erfüllte Protopla Zelle zusammen, lässt das W Zellsaftes austreten und bil soliden, rundlichen Klumpen durch eine Oeffnung in der Zellhaut entweicht und durch innere Kraft getrieben i umherschwimmt. Während seines Austrittes ist er weich und dehnsam, aber ei geworden nimmt er eine specifisch bestimmte, durch innere Kräfte bedingte Gestalt nach einigen Stunden kommt die Schwärmspore zur Ruhe und lässt nun eine Cellu bran erkennen, die ihr anfänglich fehlte, sie beginnt nach weiteren Differenzirungen i

zu wachsen. Die Pflanzenzelle wird also auch wesentlich von dem Protoplasmakörper gebildet, dieser selbst ist eine nackte, primordiale Zelle, er verhält sich zur ausgebildeten Pflanzenzelle wie die Larve zum fertigen Insect, welches sich reicher gegliedert aus jener entwickelt (SACHS). Die Organe der Pflanzenzelle scheiden sich aus dem Protoplasma ab, in welchem sie also vor diesem Abscheiden in irgend einer Weise gelöst waren. Die fertige Pflanzenzelle (Fig. 6) zeigt sich in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle in saftigen Pflanzentheilen zusammengesetzt aus drei concentrisch gelagerten Schichten: zuerst einer äusseren, festen, elastischen, aus Cellulose bestehenden Zellmembran. Dieser liegt im Inneren eine zweite ebenfalls allseitig geschlossene, jedoch nicht einfach bläschenartige Schicht an, deren Substanz aus Protoplasma (MOHL) besteht. Innerhalb dieser zweiten Zellschicht finden sich meist noch andere Protoplasmaportionen als Platten und Stränge. Bei den höheren Pflanzen liegt ausnahmslos in das Protoplasma eingebettet ein rundlicher Körper, chemisch dem Protoplasma sehr ähnlich: der Kern. In jugendlichen Zellen erfüllt Protoplasma und Kern den inneren Zellraum im Protoplasma ganz, später scheidet sich im Protoplasma wässerige Flüssigkeit: Zellsaft aus. Ausserdem kommen in den Zellen der Pflanzen sehr gewöhnlich noch dem Protoplasma zugehörige körnige Einschlüsse vor, von denen die den Pflanzen ihre grüne Farbe ertheilenden Chlorophyllkörper die wichtigste Rolle spielen (SACHS).

Entstehung der Zelle.

Die Annahme, dass die Zelle als der Grundtypus der Organisation anzusehen sei, fand eine Zeit lang Widerstand von Seite ausgezeichneter Forscher und Gelehrten. Es scheint, dass der Grund dafür in dem anspruchsvollen Gebahren dieser Lehre im ersten Anfange ihres Auftretens zu suchen ist. Sie hatte, obwohl nun auf exacte Forschung und wirkliche Beobachtung gestützt, doch noch etwas von dem Gewande der Naturphilosophie an sich, welche sie der Beobachtung vorgreifend auf speculativer Grundlage aufgestellt hatte. Nach der Lehre OKEN's entständen die Urbläschen, Infusorien, aus einem flüssigen unorganisirten Bildungsmateriale, das die chemischen Stoffe, aus welchen sich der primitive Organismus zusammengesetzt zeigt, in Lösung erhält. Dieselbe Anschauung wurde von SCHWANN und SCHLEIDEN über die Entstehung der Zelle vorgetragen. Man schien das Geheimniss der Entstehung der Organisation aus den unorganisirten Grundstoffen erschlossen zu haben. Ist man einmal im Stande, die Bildung der Zelle zu erklären, so ist es leicht, durch Vermehrung und vielfache Verzweigung derselben, wie es die Naturphilosophie gethan hatte, die Entstehung der complicirtesten Organismen anschaulich zu machen. Auch die übrigen Lebensvorgänge schienen weniger unbegreiflich, wenn man sie in diese kleinen belebten Urtheilchen verlegen konnte. Dem damals herrschenden Vitalismus schien es, als würde den Lebenskräften, die man die Wunder der Organisation verrichten liess, ihr Geschäft erleichtert gleichsam durch Vervielfältigung der Etappen, durch Kleinheit des Bezirks, in welchem sie feindlichen anorganischen Kräften entgegen die organischen Aufgaben zu erfüllen hätten (E. DU BOIS-REYMOND). Es schien, als wenn das Mikroskop das alte über den Lebenserscheinungen schwebende Dunkel verscheucht hätte. Die mikroskopische Entdeckung der einheitlichen Organisation der Thiere und Pflanzen bringt uns jedoch selbstverständlich, sobald es sich um letzte Erklärungen handelt, um keinen Schritt weiter, mögen wir die Lebenserscheinungen nun in die mikroskopischen Zellen und Zellgebilde verlegen, oder mögen wir uns nur an die Leistungen der grösseren

organisirten Massen halten. Wir (Mikroskopiker) befinden uns, sagt LEYDIG, wie mir däucht, leider in gleichem Falle mit Einem, der ‚das Leben‘ etwa einer Wiese, eines Waldes eine Zeit lang von einem fernen Standpunkt aus studirte und nun glaubt, es würde sich ihm ein besseres Verständniss von dem Wachsen, von dem Grünwerden, sich Entfärben aufthun dadurch, dass er näher tritt, um die einzelnen, die grünende Fläche zusammensetzenden Pflanzenarten ins Auge fassen zu können. Allerdings wird er jetzt mancherlei interessante neue Beobachtungen machen, aber in der Hauptsache bleibt das Räthsel von vorhin; er steht noch immer vor denselben Fragen, nur mit dem Unterschied, dass er die Veränderungen gegenwärtig an jedem Pflanzenindividuum ebenso gewahrt, wie zuvor an der grossen grünenden Fläche.

Nach SCHWANN's Lehre unterschied man zwei verschiedene Bildungsarten der Zellen: eine sogenannte freie Entstehung und eine Erzeugung unter Betheiligung anderer Zellen, sogenannter Mutterzellen. Bei der ersteren Entstehungsart sollten die Zellen um freientstandene (freie) Kerne in der Bildungsflüssigkeit sich erzeugen.

Man pflegte mit Rücksicht auf die gelehrte freie Entstehung die Zellen mit Krystallen zu vergleichen und nannte die Form der Zelle die Krystallisationsform der höheren organischen Stoffe. Man dachte sich die Zelle ebenso durch Niederschläge aus dem flüssigen Bildungsstoffe entstanden, wie die Krystalle sich bilden. Es sollten in der Flüssigkeit, welche die chemische Elementarzusammensetzung der Zelle enthielt — dem Cytoblastem — zuerst Molecularkörnchen entstehen. Einige von diesen kommen näher an einander zu liegen und beginnen damit eine Art Mittelpunkt für die zerstreut umliegenden Körnchen zu bilden. Diese lagern sich von dem Centrum angezogen immer näher kugelig an dieses an. Nach und nach — den Stichwörtern der Entstehungshypothesen — consolidiren sich die im Mittelpunkte liegenden Körnchen mehr und mehr und erhärten zuletzt zum Kerne, der nun als neuer Attractionsmittelpunkt wirkt bis zur Bildung einer vollkommenen Zelle. Nach SCHWANN sollte die freie Zellbildung mit Ausschluss von Mutterzellen im Gegensatz zu den Pflanzen die häufigere Art der Zellbildung bei den Thieren sein.

Den ersten Widerstand erfuhr diese Entstehungshypothese, die mit der Generatio aequivoca identisch ist, im Jahre 1840 durch die Erklärung REICHERT's, dass er bei Embryonen nirgends das behauptete Cytoblastem finde. Im Jahre 1844 konnte es KÖLLIKER aussprechen, dass alle Zellen der Embryonen von den Furchungskugeln, den ersten Abkömmlingen der Eizelle, abstammen, was durch REICHERT bestätigt wurde. Den Todesstoss erhielt diese Lehre durch die Untersuchungen VIRCHOW's, vor allem über die Betheiligung der Bindegewebszellen an den pathologischen Zellenneubildungen. Jeden etwa noch bleibenden Zweifel beseitigen endlich die neuen Beobachtungen über die Wanderung von Zellen in den Geweben durch VON RECKLINGHAUSEN (Wanderzellen) und die Auswanderung rother und weisser Blutzellen aus den Blutgefässen (STRICKER und COHNHEIM). Die nachgewiesenen Beziehungen dieser Wanderungen der Zellen zur Eiterung entfernte die letzten Stützen, mit denen man die Ansicht von der freien Zellbildung halten zu können hoffte.

Es ist nicht zu läugnen, dass sich die Lehre von der freien Zellbildung auf mikroskopische Beobachtungen zu stützen scheint. Man sieht wirklich unter Um-

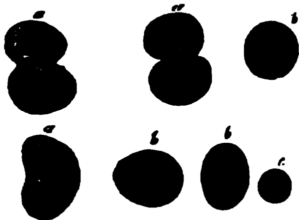
ständen in Flüssigkeiten, welche die gewöhnlichen chemischen Bestandtheile der Zellen enthalten, z. B. in Flüssigkeiten von Brand- oder Vesicatorblasen, mikroskopische Bilder, welche der oben gegebenen Darstellung vollkommen zu entsprechen scheinen. Man darf aber nicht die Stadien eines endlichen Zerfalles nicht mehr lebensfähiger, abgestorbener Zellen in Flüssigkeiten für den Ausdruck einer Neubildung aus den Urstoffen nehmen. Die Auflösung der Zellen hat als Schlussstadium den Zerfall in kleine, moleculare Körnchen, welche sich als letzte Zeugen einer ehemaligen Organisation endlich auch verflüssigen [1].

Von dem Gedanken, dass die Zelle die Krystallisationsform der höheren organischen Stoffe sei, befreite uns definitiv die Beobachtung, dass die höchstzusammengesetzten organisch-chemischen Stoffe eine wirkliche Krystallform annehmen können (cfr. Cap. II.)

Die Wissenschaft kennt keine freie von Mutterzellen unabhängige Zellenbildung: omnis cellula e cellula (Virchow 1855).

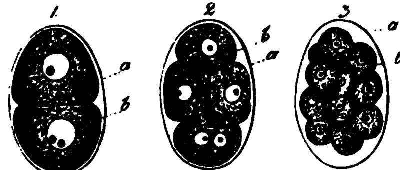
Der wirklich beobachtete Vorgang der Entstehung neuer, junger Zellen erinnert an die Fortpflanzung niederer Thiere. Man kann eine Vermehrung der Zellen durch einfache Theilung und durch endogene Theilung (Kölliker) unterscheiden. Der Vorgang der Zellenvermehrung geht von dem Zellenkerne aus. Dieser bekommt bei der einfachen Zelltheilung entweder, wie es scheint, eine Furche, die an Tiefe zunehmend ihn endlich in zwei Theile, zwei Kerne zerfallen lässt, oder es löst sich der Kern in dem Protoplasma zuerst auf, und es scheiden sich dann zwei neue Kerne aus (Fig. 7). So entstehen

Fig. 7.



Blutkügelchen in der Entwickelung.

Fig. 8.



Drei Eier von Ascaris nigrovenosa, 1 aus dem zweiten, 2 aus dem dritten und 3 aus dem fünften Stadium der Furchung mit 2, 4 und 16 Furchungskugeln; *a* äussere Eihülle, *b* Furchungskugeln. In 1 enthält der Kern der untern Kugel zwei Nucleoli, in 2 die unterste Kugel zwei Nuclei.

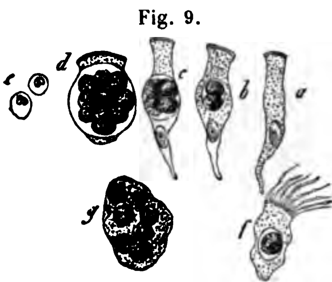
nun in der Zelle zwei wirksame Mittelpunkte, welche sich in die Gesammtmenge des Protoplasmas theilen. Es geht die vollkommene Trennung der beiden Zellen dann meist so vor sich, dass sich der Zelleninhalt um die Kerne abschnürt, so dass auf diese Weise zwei neue Zellen aus der Mutterzelle entstanden sind. Dieser Theilungsact wurde zuerst von Remak (1841) von den rothen Blutzellen der Embryonen behauptet. Man findet die rothen, kernhaltigen Blutzellen bei

1) Eine andere Anschauung über die Entstehung der Zellmembran bei der freien Zellenbildung dachte sich dieselbe durch Imbibition von Flüssigkeit in der Kernmasse entstanden, wodurch die äusseren Theile von den inneren abgehoben und blasenartig ausgebuchtet würden, wie man derartige Vorgänge durch Einbringen organischer Stoffe in sehr verdünnte wässrige Lösungen künstlich hervorrufen kann (M. Traube).

Embryonen von Hühnern, Säugethieren und vom Menschen in allen Stadien de Kerntheilung und des Zerfalles, mit 1—2—4 Kernen und mehr oder wenig eingeschnürt bis zur gänzlichen Trennung in anfangs noch sehr nahe an einande liegende Zellen. Kölliker, der Remak's Angaben bestätigte, konnte die Zellthe lung auch an den Elementen der Milzbläschen, Milzpulpe, den Lymphdrüsen den Markzellen der wachsenden Knochen etc. nachweisen. Manchmal gestalt sich der Vorgang etwas anders, und man beschreibt ihn dann als eine Knospen oder Sprossenbildung. Auch hierbei geht die Theilung von dem Zellkern aus. Es entstehen zuerst an Stelle des einfachen Kernes mehrere, und die legen sich an verschiedenen Stellen der Zellenwandung an, wodurch diese a den Anlagerungsstellen anfänglich knopfförmig ausgebuchtet wird. Diese Ab schnürungen wachsen und trennen sich mehr und mehr von der Mutterzelle ab die Verbindung mit letzterer wird stielförmig ausgezogen, bis sich endlich di neuentstandene Tochterzelle ganz von der Mutterzelle abgelöst hat.

Die zweite Art der Zellentstehung wird nach Kölliker die endogen Zelltheilung genannt. Er rechnet hierher die Fälle, in denen die Vermehrun der Zellen innerhalb der Zellmembran der Mutterzelle vor sich geht. Hierhe gehört vor allem die Furchung und die Vermehrung der Knorpelzellen ausserdem noch eine Anzahl pathologischer Vorgänge, bei denen sich aus eine Zelle eine Brut neuer Zellen entwickeln kann, welche einen ganz anderen Cha rakter erkennen lassen, als die Mutterzelle. Die letzteren Beobachtungen beziehe sich vor allem auf die Bildung von Eiterkörperchen im Zellinhalte der verschie densten Zellen bei entzündlichen Zustände (Fig. 9). Es ist wahrscheinlich, dass auch die Zellbildung auf Zellkerntheilung beruht, wie d beiden angeführten physiologischen Zellbildun gen, wenn wir hier nicht an eine Einwande rung der Eiterkörperchen in jene Zellen denke müssen.

Fig. 9.

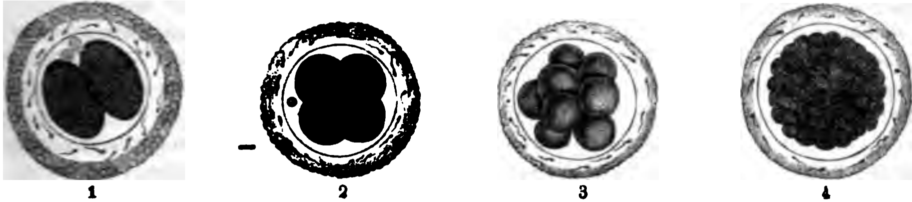


Die Bildung von Eiterkörperchen im Innern von Epithelialzellen aus dem menschlichen und Säugethier-Körper. *a* Einfache Cylinderzelle des Gallenganges vom Menschen; *b* eine solche mit 2 Eiterzellen, *c* mit 4 und *d* mit vielen dieser Inhaltszellen; *e* die letzteren isolirt; *f* eine Flimmerzelle aus den menschlichen Athemwerkzeugen mit einem und *g* eine Plattenepithelzelle aus der menschlichen Harnblase mit reichlichen Eiterkörperchen.

Es ist das befruchtete Säugethierei ei sehr geeignetes Object, um an ihm die Zellve mehrung durch Kernvermehrung zu studiren Der Vorgang dieser primären Eientwickelun wird als Furchung bezeichnet, die aus de Furchung hervorgehenden Zellen als Furch ungskugeln oder Furchungszellen. Ma sieht zuerst von der Zona pellucida die Dotte masse etwas zurückweichen, das Keimbläs chen verschwindet, und es tritt dafür der Folge ein neuer, ebenfalls bläschenförmig Kern auf (v. Bischoff), später erkennt ma zwei Kerne. Um jedes dieser neuentstandenen Centren gruppirt sich ein The des Protoplasmas zu einer kugeligen Masse. Indem die Zahl der Kerne dies neuentstandenen Furchungskugeln sich wieder und wieder verdoppelt und d neuen Kerne zu Anziehungsmittelpunkten für die Dottermasse werden, en stehen zuerst vier, dann acht, dann sechszehn und so fort neue immer klein werdende Furchungskugeln (Fig. 10). Diese lassen anfangs keine eigene Zel

membran erkennen. Zuletzt ist der ganze Inhalt der Eizelle zu einer neuen Brut kleiner, kugeliger, stark glänzender Zellen zerfallen, welche zu einem maulbeerförmigen Körper zusammengelagert sind. Aus einem Theile dieser

Fig. 10.



1—4. Eier des Hundes aus dem Eileiter, umgeben von der Zona pellucida oder Dotterhaut, auf welcher bei allen Eiern Samenfäden haften. Nach Bischoff.
1. Ei mit zwei Furchungskugeln und zwei hellen Körperchen neben denselben. Die Zona ist noch von den Zellen der Membrana granulosa umgeben. — 2. Ei mit vier Furchungskugeln und einem hellen Korn innerhalb der Zona. — 3. Ei mit 8 Kugeln. — 4. Ei mit zahlreichen kleineren Kugeln.

Zellen baut sich in der Folge der Embryonalkörper auf. Die Furchungszellen theilen und vermehren sich dabei fort und fort und schliessen sich in verschiedener Weise zusammen, wobei sich Gestalt und Inhalt auf das mannigfachste verändern.

Van Beneden und Weil behaupteten neuerdings ein Fortbestehen des Keimbläschens im befruchteten (Säugethier-)Ei und hielten die Kerne der Furchungskugeln für seine directen Theilungsprodukte. Dagegen constatirte Oellacher wieder das Fehlen des Keimbläschens (es werde ausgestossen) in einem bestimmten Stadium der Reife des Hühnerkeim's. Auerbach's Untersuchungen über die Furchung der Eier der Nematoden scheinen zu beweisen, dass stets die Kerne verschwinden, bevor die Furchungskugeln sich theilen, in der neuentstandenen Furchungskugel entsteht dann ein neuer Kern. Auerbach sah nach der Befruchtung der Nematoden-Eier das Keimbläschen zuerst schwinden, dann an entgegengesetzten Polen des sich etwas zusammenziehenden Dotters zwei neue wahre Kerne anfänglich als kleine Vacuolen entstehen. Diese Kerne rücken in die Mitte des Dotters einander entgegen, legen sich an einander, verschmelzen und vergehen. Gleichzeitig entwickelt sich eine ∞förmige helle Centralpartie im Dotter: Karyolytische Figur Auerbach's, deren kugelförmige Enden strahlenförmig, sonnenähnlich ausgezackt erscheinen. Nun beginnt die Theilung der ersten Furchungskugel, und es entstehen jederseits analog wie der erste Kern zwei neue Kerne im Verbindungsstück der »Doppelsonnen«. Vor der weiteren Theilung der Furchungskugeln verschwinden dann stets die Kerne der letzteren wieder, und es wiederholt sich der für die erste Furchungskugel beschriebene Vorgang mit Bildung der karyolytischen Figur. Diese Vereinigung der Kerne vor der Neuanordnung des Protoplasmas erinnert an die Befruchtungsvorgänge der Keimzellen, sie erscheint als eine Art von innerer Befruchtung, eine Auffassung, welche für die gesammte Lehre der Zellvermehrung neue Bahnen zu eröffnen scheint. Wir erinnern an die oben schon angeführten Beispiele von Verschmelzung mehrerer Zellen zu einem neuen Elementarorganismus von höherer Entwickelungspotenz.

Nach analoger Richtung deuten auch andere noch nicht vollkommen aufgeklärte Beobachtungen. Nach Balbiani lässt sich in dem Ei fast aller Thierklassen auf einem gewissen Stadium der Reife neben dem Keimbläschen noch ein etwas kleinerer, mehr excentrisch gelagerter Kern — Balbiani'scher Kern — nachweisen, welcher nach van Bambeke bei der Reifung noch vor dem Keimbläschen verschwindet. Balbiani selbst nennt das fragliche Gebilde Cellule embryogène, da es eine aus dem Follikelepithel hervorgehende Zelle sei, welche sich mit dem jungen Ei vereinigt, indem es sich in die »Dotterhaut« invaginirt. Diese »embryobildende Zelle«

soll nach BALBIANI der eigentliche Keim sein, während der Dotter nur Ernährungsgeschäfte zu verrichten habe. (Weiteres cfr. unten.)

Zur vergleichenden Physiologie. — (Ueber partielle Eifurchung cfr. unten und bei »Bildung der Keimblätter und Entstehung der Gewebe«.) Bei den Pflanzen hat man mit grosser Genauigkeit die Entstehung der Zellen verfolgen können. Da bei dem genaueren Studium der physiologischen Vorgänge die Pflanzen- und Thierzelle immer mehr Analogien erkennen lassen, so ist es interessant, die bei der Neubildung der Pflanzenzellen gewonnenen Resultate mit den für die Thierzelle festgestellten zu vergleichen. Nach J. SACHS beginnt die Entstehung einer neuen »Pflanzenzelle« immer mit der »Neugestaltung« eines Protoplasmakörpers um ein neues Bildungscentrum; das Material dazu wird immer von schon vorhandenem Protoplasma geliefert, der neu constituirte Protoplasmakörper umkleidet sich früher oder später mit einer Zellhaut. Diese allgemeinen, der Neubildung aller Pflanzenzellen zukommenden Vorgänge stimmen, wie wir sehen, genau mit den oben beschriebenen Vorgängen der thierischen Zellbildung überein. Im Speciellen werden dann von J. SACHS für die pflanzliche Zellbildung drei Haupttypen aufgestellt: 1) die Erneuerung oder Verjüngung einer Zelle, d. h. die Bildung einer neuen Zelle aus dem gesammten Protoplasma einer schon vorhandenen Zelle, 2) die Conjugation oder die Verschmelzung von zwei (oder mehr) Protoplasmakörpern zur Bildung einer Zelle, 3) die Vermehrung einer Zelle durch Erzeugung von zwei oder mehr Protoplasmakörpern aus einem.

Jeder dieser Typen zeigt mannigfaltige Abänderungen und Uebergänge zu den andern. Bei dem dritten Typus, der Vermehrung der Zelle, sind zunächst zwei Fälle zu unterscheiden, je nachdem zur Bildung der neuen Zellen nur ein Theil des Protoplasmas der Mutterzelle verwendet wird (freie Zellbildung) oder die Gesammtmasse desselben in die Tochterzellen übergeht (Theilung). Dieser letztere bei weitem häufigste Vorgang zeigt nun wieder eine Reihe von Verschiedenheiten: z. B. ob schon während der Theilung oder erst nach ihrer Vollendung Zellhaut ausgeschieden wird.

Diese Eintheilung ist eine sehr vollkommene, und wir können sie fast ganz auf die Vorgänge der thierischen Zellneubildung übertragen.

Die Eintheilung KÖLLIKER's, die wir oben gaben, in einfache und endogene Zelltheilung bezieht sich auf den dritten Typus von SACHS. Auch bei der thierischen Zelle finden wir bei ihrer Vermehrung die für die pflanzliche Zelle in dieser Hinsicht aufgestellten Unterschiede: Zelltheilung mit ihren beiden Modificationen. Bei der einfachen Zelltheilung KÖLLIKER's sehen wir die Gesammtzelle mit ihren oberflächlichen Schichten (Zellmembran) betheiligt. Wie bei den Pflanzen, so beruht auch bei den animalen Organismen die Ausbildung des Gesammt-Körpers, des Zellgewebes, zunächst auf dieser Art der Zelltheilung, sie ist der häufigste Vorgang in beiden Naturreichen. KÖLLIKER's endogene Zellbildung umfasst die weiteren Modificationen des dritten Typus. Wie bei den Pflanzen, so kommen auch bei den Thieren diese betreffenden Vermehrungs-Vorgänge meist im Zusammenhange mit dem sexuellen Leben zur Erscheinung.

SACHS' freie Zellbildung entspricht der partiellen Eifurchung bei Fischen und Cephalopoden, wie sie von RUSCONI, VOGT und KÖLLIKER zuerst beschrieben wurde. Hier betheiligt sich zuerst auch nur ein kleiner Abschnitt des Eiprotoplasmas an der Neubildung der aus dem Ei entstehenden Furchungszellen. So »furcht sich« bei den Tintenfischen nach KÖLLIKER von dem Protoplasma des ovalen Eies nur eine kleine Stelle in der Nähe des spitzen Endes. Dass die Furchungszellen oder Furchungskugeln zunächst noch keine Zellmembran erkennen lassen und eine solche erst später erhalten, hat schon Erwähnung gefunden. Bei der Furchung anderer Eier, z. B. des Säugethieres, ist die Verwendung des Protoplasmas der sich vermehrenden Zelle eine totale, und zwar ohne Betheiligung der Ei-Zellhülle (Zona) an dieser Theilung.

SACHS' zweiter Typus der Zellbildung, die Conjugation oder Verschmelzung von zwei oder mehr Protoplasmakörpern zur Bildung einer neuen Zelle, ist bei den Pflanzen in ihrer typischen Form, wobei das gesammte Protoplasma zweier in Grösse nicht verschiedenen Zellen

sich zu einem neuen Protoplasmakörper vereinigt, auf einzelne Gruppen der Algen und Pilze (Conjugaten) zum Zwecke der Fortpflanzung beschränkt, doch kommen bei der geschlechtlichen Fortpflanzung der Kryptogamen ganz analoge Erscheinungen vor, nur dass bei diesen die Grösse der sich zu einer neuen Zelle vereinigenden Protoplasmagebilde eine verschiedene ist. Die kleinen männlichen, beweglichen Befruchtungskörper oder Spermatozoiden der Kryptogamen sind nackte Protoplasmagebilde, denen man den Werth einer Primordialzelle zuerkennt; im weiblichen Organ dieser Pflanzen findet sich eine Zelle, die sich nach aussen öffnet; sie enthält einen Protoplasmakörper, der durch die Spermatozoiden befruchtet wird. In sicher beobachteten Fällen (Oedogonium, Vaucheria) verschmelzen diese mit jenen, worauf erst die Neubildung einer Zelle erfolgt. Stets ist die durch Verschmelzung entstandene Zelle eine Fortpflanzungszelle, mit ihr beginnt die Entwickelung eines neuen Individuums. Der gleiche Vorgang, wie er eben für die Kryptogamen beschrieben wurde, findet sich bei der B e f r u c h t u n g d e r E i z e l l e d e r T h i e r e. Auch hier entsteht eine neue Zelle, welche zu einem neuen animalen Individuum sich entwickeln kann, durch die Verschmelzung heterogener Protoplasmakörper, von denen sich der eine, das Spermatozoid, oder mehrere derselben, da sie hier wie dort in grösserer Zahl eindringen können, in dem Protoplasma der weiblichen Zelle auflösen.

Den ersten SACHS'schen Typus der Zellbildung, die Erneuerung oder Verjüngung einer Zelle, wie sie sich z. B. bei der Bildung der Schwärmsporen bei Oedogonien finden, erkennen wir bei den Thieren in den ersten Stadien der Eientwickelung namentlich in der oben gegebenen AUERBACH'schen Beobachtung über Furchung der Nematoden-Eier. Bei der Zellverjüngung bleibt das Material, soweit ersichtlich, dasselbe, es findet aber eine n e u e A n o r d n u n g desselben statt, was bei jeder Zellbildung das entscheidende Moment ist. Die gelöste reife Eizelle, auch der Wirbelthiere, zeigt vor dem Beginn ihres Vermehrungsprocesses, und zwar auch ohne vorausgegangene Befruchtung (v BISCHOFF), eine derartige Erneuerung und Neuanordnung ihres Protoplasmas, indem sich das Keimbläschen in dem Protoplasma auflöst. Dieser V e r j ü n g u n g s p r o z e s s wiederholt sich dann auch bei der Vermehrung der Furchungskugeln (v. BISCHOFF, AUERBACH). Bei der »ungeschlechtlichen Zeugung« mag dieser Vorgang der Erneuerung für die Bildung eines neuen Organismus genügen. Bei der »geschlechtlichen Zeugung« kommt zu der Verjüngung der Eizelle noch der Vorgang der Conjugation oder Copulation differenter Protoplasmakörper hinzu, wodurch die schon durch die Verjüngung angeregte Entwickelungsfähigkeit der Eizelle nun eine für die Bildung eines neuen Organismus ausreichende Intensität erlangt. Wir deuteten oben an, dass auch die von AUERBACH beobachtete Verschmelzung der Kerne der Furchungskugeln als eine Conjugation oder Copulation differenter Protoplasmakörper, als eine Art von Befruchtung aufgefasst werden muss, wodurch die geschlechtliche mit der ungeschlechtlichen Zeugung noch weiter verknüpft erscheint. Auch das unbefruchtete Ei macht die ersten Stadien der Entwickelung (Furchung) in regelmässiger Weise durch (v. BISCHOFF), woraus sich der hohe Werth der »Verjüngung« für die Entwickelung der Eizelle ergibt.

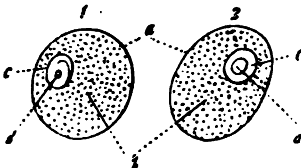
Umbildung der Zellformen.

Anfangs sind alle aus der Furchung hervorgegangenen Z e l l e n dem Ei, aus welchem sie entstanden sind, fast vollkommen analog.

Sie stellen wie das Ei Bläschen dar mit einer zarten Membran mit feinkörnigem Protoplasma und meist bläschenförmigem Kerne, in welchem sich ein oder mehrere Kernkörperchen erkennen lassen. Der Hauptunterschied von dem Ei besteht in ihrer mikroskopischen Kleinheit und in einem in den einzelnen Zellen in verschiedenen Richtungen sich aussprechenden individuellen Leben, welches in ihnen nach Gestalt und Inhalt Veränderungen hervorruft, die später ihre Analogie mit der Eizelle fast vollkommen verwischen können.

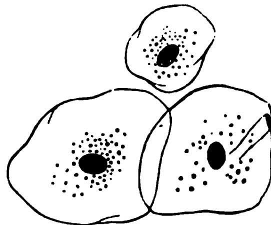
Schon in Beziehung auf ihre Grösse zeigen in der Folge die den ausgebildeten thierischen und menschlichen Organismus zusammensetzenden Zellen mannigfache Verschiedenheiten. Während viele junge Zellen, z. B. die menschlichen Blutzellen, nur eine Grösse von 0,004—0,006 mm erreichen, zeigen andere wie die Cysten des Samens und die Ganglienkugein eine Grösse von 0,04—0,08 mm. In den meisten Fällen, in denen sich eine Gruppe von Zellen zu einem complicirten Organismus vereinigt, verlieren sie ihre ursprüngliche, rundliche Gestalt und nehmen — manchmal scheint dazu schon der Druck zu genügen, welchen sie gegenseitig auf einander durch die Aneinanderlagerung ausüben — mannigfach verschiedene Formen an, an welchen Veränderungen auch der Zelleninhalt in den verschiedensten Modificationen theilnehmen kann.

Fig. 11.



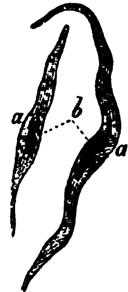
Kugelige Zellen.
a Zellmembran *b* Zelleninhalt
c Kern *d* Kernkörperchen.

Fig. 12.



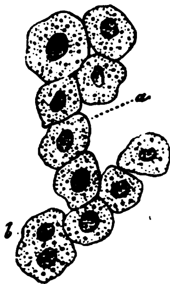
Ganz flache schüppchenartige Epithelialzellen aus der Mundhöhle des Menschen.

Fig. 13.



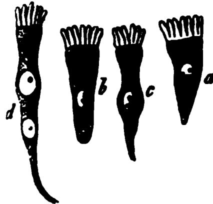
Zwei Zellen der unwillkürlichen Muskulatur *a a*; bei *b* die stäbchenartigen Kerne.

Fig. 14.



Leberzellen des Menschen.
a mit einem, *b* mit zwei Kernen.

Fig. 15.



Flimmerzellen der Säugethiere. *a*—*d* Zellenkörper mit den Flimmerhaaren.

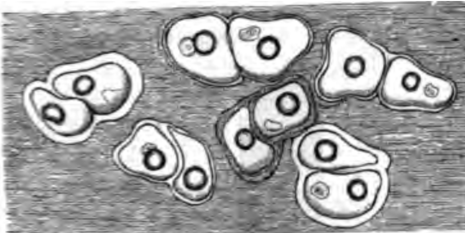
Neben den kugeligen Gestalten der Zelle zeigen sich ovale, cylindrische, kegelförmige, stark in die Länge gestreckte mit fein zugespitzten Enden. Andere erscheinen wie durch einen von allen Seiten gleichmässig auf sie ausgeübten Druck in pseudokrystallinischen Formen meist als ziemlich regelmässige Sechsecke. Andere tragen an bestimmten Stellen einen geisel- oder fadenförmigen Fortsatz (Samenzellen) oder eine ganze Anzahl von solchen fadenförmigen Wimperfortsätzen, welche, so lange das Leben der Zelle besteht, eine Fähigkeit zu activen, schwingenden Bewegungen, Flimmerbewegung zeigen. (Figg. 11—15.) Andere sind von unregelmässiger, z. B. zackiger Gestalt, manche mit starren Fortsätzen.

Auch der Kern kann aus seiner typischen, rundlichen Form in die ovale und stabförmige übergehen, bei Insecten kommen Verästelungen des Kernes vor. Manchmal findet sich eine Vermehrung des Zellenkernes, ohne dass sich die Zelle theilt, wie bei gewissen Zellen im Knochenmark und in den quergestreiften Muskelfasern, im Gewebe des Nabelstrangs (Fig. 17). Auch das

Kernkörperchen kann sich an der allgemeinen Umwandlung der Zelle betheiligen. Es können Hohlräume in ihm auftreten, es kann eine längliche Gestalt erhalten etc.

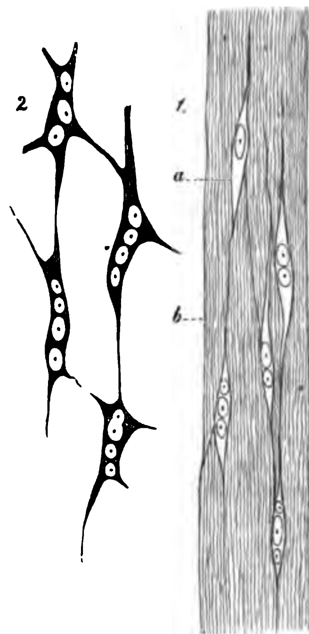
Der Zelleninhalt, das Protoplasma, kann sich in Beziehung auf seine körnigen Einschlüsse und Formelemente ebenfalls sehr mannigfach umgestalten. Es zeigt sich in verschiedenen Zellen mehr oder weniger körnerreich, diese Körner haben sehr verschiedenes Aussehen und differente Dignität: sie stehen manchmal vollkommen regelmässig angeordnet und bekommen in manchen Fällen selbst bestimmtere, regelmässigere Gestalt. Hier und da treten im Protoplasma wahre Krystalle auf. Häufig bilden sich temporäre Vacuolen, Hohlräume im Protoplasma, in welchen sich verschiedene Flüssigkeiten, theils wässerige Lösungen, theils Fette zeitweise ansammeln können, um im weiteren

Fig. 16.



Knorpelzellen aus der weisslichen Schicht der Cart. cricoidea, 350mal vergr. Vom Menschen.

Fig. 17.



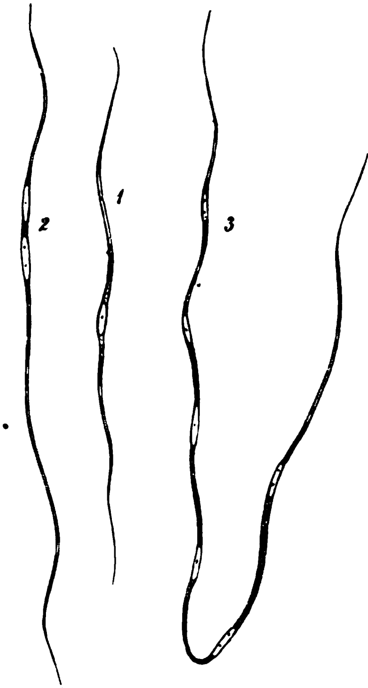
Aus dem Nabelstrange eines 7" langen Schafembryo, 350mal vergr. 1. Ein Stückchen mit fibrillärer Zwischensubstanz und zusammenhängenden mehr spindelförmigen Bindesubstanzzellen. 2. Von einem Theile, der noch gallertige Zwischensubstanz und mehr sternförmige Zellen enthält. Die Zellen in beiden Fällen fast alle mit mehrfachen Kernen.

Zellenleben dann gelegentlich wieder zu verschwinden, d. h. verbraucht zu werden.

Eine andere Art der Umwandlung der Zelle besteht darin, dass ein Grenztheil des Protoplasmas sich eigenthümlich umändert, so dass sich die Zelle mit einem Hofe morphologisch und chemisch mehr oder weniger umgestalteter Masse umgibt. Die Quantität dieser Zwischenzellenmasse oder Intercellularsubstanz ist in verschiedenen Fällen sehr verschieden. Die Zellmembran und die sogenannten Zellkapseln zählen wir zunächst in die Reihe dieser Protoplasmaumbildungen. Auch zwischen scheinbar direkt neben einander liegenden Gewebszellen lässt sich eine Zwischenmasse oder Kittsubstanz, welche den Zusammenhalt der Zellen unter einander vermittelt, nachweisen. Im Knorpel, im lockeren Bindegewebe und in anderen Geweben werden die Intercellularsubstanzen so mächtig, dass die noch activ beweglich gebliebenen Zellprotoplasmakörper, die Protoplasmareste, die Bildungszellen, d. h. die eigentlichen Gewebszellen mehr oder weniger weit aus einander gerückt erscheinen.

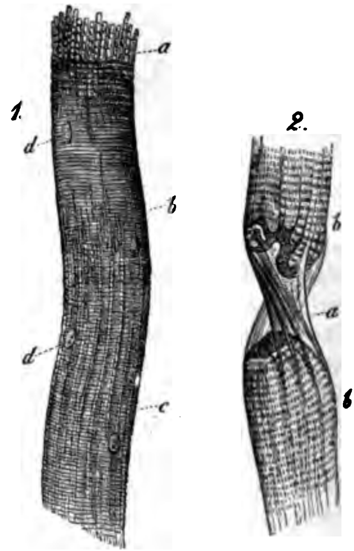
Da die intensiveren Bewegungen des Lebens nur in dem halbflüssigen Protoplasma der Zelle selbst vor sich gehen, so ist es selbstverständlich, dass die mehr oder weniger erhärtete Zwischenmaterie nur einen geringen Antheil an den organischen Vorgängen nehmen würde, wenn sie nicht in der Mehrzahl der Fälle nach einem neuen Principe näher in den Kreis der Stoffbewegung innerhalb der Zelle hineingezogen würde. Wir sehen meist die ganze Zwischenzellenmasse durchzogen von einem Netze feiner Hohlräume, in welche die in die Intercellularsubstanz eingelagerten Zellen nach den verschiedenen Seiten ihrer Oberfläche Fortsätze aussenden, welche oft nach vorausgegangener mannigfaltiger Verästelung die umliegenden Nachbarzellen unter einander in Verbindung bringen. Vermittelst dieser »Saftcanäle« findet ein Verkehr zwischen dem

Fig. 18.



Muskelfasern von einem zweimonatlichen menschlichen Embryo. 1, 2. Vom Fuss mit 1 und 2 Kernen. 3. Vom Unterschenkel mit 6 Kernen. 350mal vergr.

Fig. 19.



1. Quergestreifter Muskelfaden mit Zerspaltung in Primitivfibrillen *a*, deutlicherer Querstreifung *b* und Längszeichnung bei *c*; *d* Kerne. 2. ein Muskelfaden *b*, bei *a* durchrissen, mit stellenweise leer hervortretender Scheide.

Inhalte der verschiedenen Zellen statt, und sie ermöglichen es vorzugsweise dass jede Zelle den sie umgebenden Hof von Intercellularmasse [ihr Zellenterritorium (VIRCHOW)] mit dem nöthigen Nahrungsmaterial versorgt und sein Leben, das an den normalen Bestand seiner Zelle geknüpft ist, erhält. Wir sehen in der directen Communication der Zellen unter einander ein Aufgeben der geschlossenen Zellenindividualität. Manchmal sehen wir die Zellen nur durch wenige, nicht oder nur sparsam verästelte, kleinere Zweige in Verbindung stehen (Fig. 17); bei einigen dagegen, und zwar bei den Nerven-

zellen, sehen wir die relative Masse der Zellenausläufer oder Zellenfortsätze, welchen freilich z. Th. noch eine andere Structur und Bedeutung zukommt als den oben erwähnten Zellenverästelungen, die aber auch verschiedene Zellen derselben Art unter einander verbinden, die Zelle so bedeutend überwiegen, dass letztere oft nur als eine rundliche, kernhaltige Anschwellung der Fortsätze erscheint.

Die Zellmetamorphose und das Aufgeben des Einzellebens der Zellen bleibt wahrscheinlich bei den bisher beschriebenen Umbildungen der Zellform nicht stehen. Die Veränderung kann so weit gehen, dass die Zellenkörper selbst, nicht nur ihre Fortsätze, unter einander verwachsen zu faserigen oder netzförmigen Zügen, dass die einzelnen Zellen ihre Individualität fast vollkommen zu Gunsten einer grösseren Gemeinschaft aufgeben, zur Erreichung weitergreifender Wirkungen, als sie die einzelne Zelle in ihrer Isolirtheit hervorbringen könnte. So nahm man früher allgemein an, dass bei dem quergestreiften Muskelgewebe durch Aneinanderlegung in die Länge ausgezogener Zellen und Durchbrechen der Scheidewände an den Anlagerungsstellen (Fig. 18) cylindrische, langgestreckte Formen entstehen, in denen nur noch die an der früher geschlossenen Membran ansitzenden Kerne die ehemalige Abgeschlossenheit der Individuen zu erkennen geben (Fig. 19). Neuerdings hat man diese Muskelfasern für sehr in die Länge gestreckte einfache Zellen erklärt, bei denen nur eine Vermehrung der Zellkerne eingetreten ist. Für die Bildung der kernhaltigen Hülle der Nervenfasern wird eine Verschmelzung von peripherischen Zellen mit dem aus der Ganglienzelle hervorwachsenden Axencylinder von Kölliker für wahrscheinlich gehalten (cf. Herzmuskulatur).

Bildung der Keimblätter und Entstehung der Gewebe.

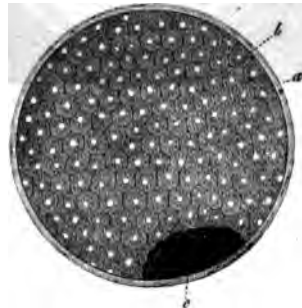
Totale Furchung.

Das endliche Resultat der Zellenmetamorphose ist die Bildung der Gewebe, aus denen wir die einzelnen Organe des Körpers zusammengesetzt finden.

Die Gewebsbildung hat ihren ersten Anfang schon in den frühesten Entwickelungsstadien des Eies, in der Bildung der Keimblätter.

Wir haben den Zerfall des Dotters in eine grosse Anzahl kleiner Furchungskugeln kennen gelernt, die anfänglich einen soliden maulbeerförmigen Körper darstellten. Die Weiterentwickelung des Säugethier-Eies schreitet nun in der Art fort, dass diese neuentstandenen Bausteine des späteren Embryo und seiner Hüllen sich in Zellen mit Membran umwandeln, nachdem sie sich unter Flüssigkeitsaufnahme zur Bildung einer einschichtigen grösseren Blase zusammengeschlossen haben. Die Dotteroberfläche gewinnt zuerst nach vollständiger Furchung wieder ein fast homogenes Aussehen, die Furchungszellen sind so klein und besitzen nur so zarte Contouren, dass sie ohne Anwendung mikroskopischer Reagentien kaum mehr in ihrer Trennung wahrgenommen werden können. Später verschwindet dieses homogene Aussehen wieder, und die Dotteroberfläche zeigt eine Mosaik fünf- und sechseckiger, fest verbundener, gegen einander abgeplatteter, ringsum an die Zona pellucida angedrückter, kernhaltiger Zellen (Fig. 20). Die innere

Fig. 20.



Kaninchenei aus dem Uterus, von circa 0,0011 Par. Zoll Grösse, das innerhalb der Zona pellucida die einschichtige Keimblase und im Innern derselben einen Rest nicht verbrauchbarer Furchungskugeln zeigt. Nach Bischoff.

Höhle des Eies ist von Flüssigkeit erfüllt. Nicht alle aus dem Furchungsproce hervorgegangenen Zellen werden zur Bildung dieser Blase verwendet. An ei Stelle der Blase zeigt sich eine nach Innen halbkugelig vorspringende Verdicku welche aus einer Anhäufung von ursprünglich central gelegenen Furchun kugeln besteht, welche nicht zur Bildung der Blase verwendet wurden. dieser Stelle ist sonach schon in diesem Entwickelungsstadium die Blasenwa mehrschichtig. Die Zellen dieser Wandstelle sind es, welche in der Folge (eigentlichen Embryo bilden. Die aus den verschmolzenen Furchungszellen h vorgegangene Blase trägt den Namen: Keimblase, vesicula blastoderm (Bischoff). In der eben beschriebenen Beschaffenheit bleibt das Eichen zunäc und wächst nur ziemlich rasch durch Vergrösserung der Keimblase, was un fortgesetzter Aufnahme von Flüssigkeit und Vermehrung ihrer Zellen erfol wodurch die Zona mehr und mehr, endlich zu einer ganz feinen Hülle v dünnt wird.

Hat das Ei eine bestimmte Grösse errreicht — das Kaninchenei 1,6 2 mm —, so beginnt eine Veränderung in ihm vorzugehen, durch welche nächst die ersten Anlagen der verschiedenen Gewebe des thierischen Organ mus gebildet werden. Man bemerkt dann an der Keimblase einen rundlicl Fleck, der sich von der übrigens durchsichti Membran durch seine weissliche Farbe auszei net. Dieser Punkt wird als Fruchthof, a germinativa, oder Embryonalfleck, a embryonalis (Coste), bezeichnet. Hier bildet s in der Folge der Embryo. Von dem Frucht aus wird die Keimblase nach und nach doppe schichtig, und zwar geht die Bildung (inneren Schicht von dem erwähnten Re der Furchungskugeln aus, welche wir prin an der Stelle des späteren Fruchthofs an (Innenwand der Keimblase angelagert fand Das Kaninchenei erscheint, zu dieser Zeit fri aus dem Uterus genommen, als ein rundlicl hyalines Bläschen, welches durch Zusatz Wasser als ein Doppelbläschen sich auswei indem sich die verdünnte Zona von der Keimblase abhebt. An der Keimbl zeigt sich der Fruchthof schon für das blose Auge als ein weisslicher Punkt sic bar. Von dem Fruchthofe aus schreitet die Trennung in zwei Blätter imn weiter über die ganze Keimblase fort, so dass diese endlich ganz aus zwei einander liegenden Schichten besteht (Fig. 21). Der Fruchthof erscheint als e partielle Verdickung der Wand der Keimblase, und zwar nach Kölliker hau sächlich nur ihrer obersten Schicht, deren zellige Elemente hier relativ st vergrössert und von cylindrischer Gestalt erscheinen, während die Zellen inneren Schicht stark abgeplattet sind. Der Fruchthof besteht in diesem E wickelungsstadium sonach aus zwei Blättern: Keimblättern, von denen obere dicker, das untere ziemlich dünn ist. Später bildet sich zwischen die beiden Keimblättern noch ein drittes.

Fig. 21.



Kaninchenei aus dem Uterus von 1¾''' Durchmesser, *a* Zona pellucida, *b* Keimblase, *c* Fruchthof, *d* Stelle, wo die Keimblase schon doppelschichtig ist.

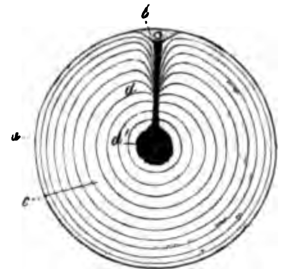
Das innerste Blatt der Keimblase: Entoderma, bildet eine ganz

schlossene einschichtige Blase; es entwickelt sich, wie schon angedeutet, aus dem Reste der centralen Furchungskugeln, welche zur Bildung der äusseren Schicht der Keimblase nicht verwendet wurden. Das mittlere Blatt, Mesoderma, reicht nur so weit als der Fruchthof; über seine Bildung und seinen Ursprung herrscht bei den Autoren noch keine vollkommene Uebereinstimmung, während KÖLLIKER dasselbe von dem oberen Blatte (dem Ektoderm) ableitet, bringt die Mehrzahl der übrigen Forscher dasselbe mit der Entstehung des Entoderm in Verbindung, indem die nach der Bildung des Ektoderms übrigbleibenden Furchungskugeln sich theilweise zum Entoderm, der Rest zum Mesoderm gestalten sollen. Das äussere Blatt selbst, das Ektoderma, wird aus der primären äusseren Zellenlage der Keimblase und des Fruchthofes gebildet, welche von der Zeit des Auftretens des Fruchthofes an in dem Bereiche desselben eine Verdickung erkennen lässt, welche auf einer säulenförmigen Vergrösserung der Zellen beruht.

Zur vergleichenden Physiologie der Eifurchung. — Totale Eifurchung findet sich, abgesehen von den Säugethieren, in der Wirbelthierreihe nur noch bei Batrachiern, Stoeren und Petromyzon, aber auch bei diesen dient ein Theil der Furchungskugeln später lediglich als Nahrungsdotter wie der ungefurchte Dotter der Eier mit partieller Furchung. Bei Wirbellosen ist die totale Eifurchung häufig, z. B. Nematoden, Radiaten etc. etc.

Partielle Eifurchung und die Keimblätterbildung im Hühnerei. — Partielle Eifurchung findet sich unter den Wirbelthieren bei Vögeln, Fischen, Reptilien (mit den oben erwähnten Ausnahmen); unter den Wirbellosen zeigen sie die Cephalopoden, die höheren Spinnenthiere und die Crustaceen. Die Furchung der Eier der Batrachier, Störe und Petromyzon bilden Uebergangsformen zwischen den beiden Haupttypen der Furchung.

Fig. 22.

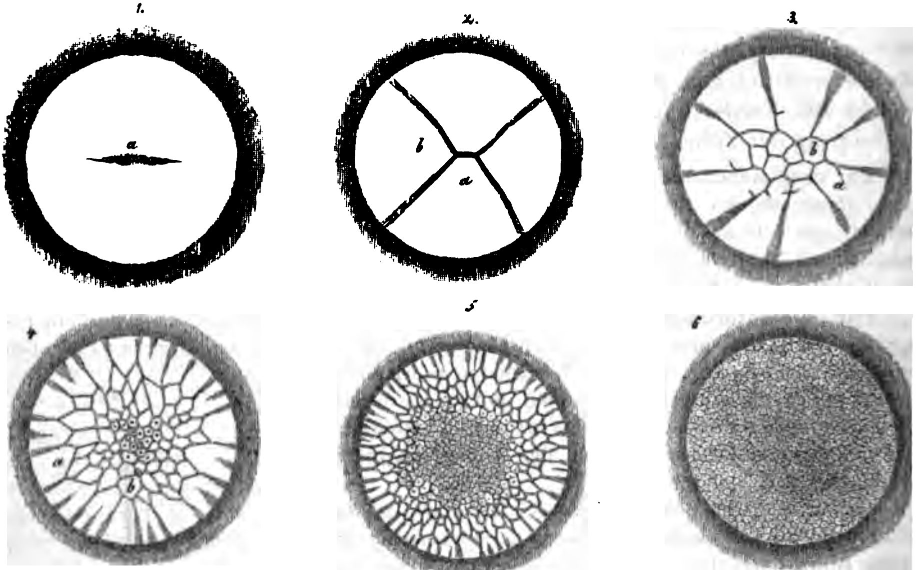


Schematischer Durchschnitt durch einen reifen Hühnerdotter. *a* Dotterhaut. *b* Keimschicht oder Bildungsdotter mit dem Keimbläschen. *c* Gelber Nahrungsdotter mit den Schichtungslinien. *d* Weisser Nahrungsdotter mit *d'* der grösseren Ansammlung im Innern des gelben Dotters.

Als Beispiel der partiellen Eifurchung eines meroblastischen Eies wählen wir das bisher am besten untersuchte Object: das Hühnerei. Wir haben das Eierstocksei von dem gelegten Ei mit seinen in den Genitalleitungswegen hinzugekommenen Umhüllungen zu unterscheiden. In den Kapseln des Eierstocks, welche reife Eier enthalten, findet sich der im allgemeinen als Eidotter bekannte, gelbgefärbte, sphäroidische Körper von einem zarten Häutchen, der Dotterhaut, umhüllt: das Eierstocksei (Fig. 22). An einer Stelle seiner sonst gleichförmigen Oberfläche unterscheidet man einen kleinen scheibenförmigen Fleck, die Keimscheibe; dieses Gebilde entspricht im Ganzen dem holoblastischen Ei der Wirbelthiere. Die Keimscheibe ist eine Protoplasmamasse von linsenförmiger Gestalt, welche ein Keimbläschen, kugelig oder ellipsoidisch etwa 310μ im Durchmesser, dieses wieder ein kleines Körperchen, den Keimfleck, einschliesst. Die Hauptmasse der Eierstockseier bildet der gelbe Dotter, welcher aus Kügelchen von verschiedener Grösse, gefüllt mit stark lichtbrechenden Körnchen wahrscheinlich grösstentheils eiweissartiger Natur, besteht. Der gelbe Dotter wird umhüllt von einer dünnen Lage des weissen Dotters, dessen kugelige Elemente meist kleiner sind als die des gelben Dotters und je ein stark lichtbrechendes, zellkernähnliches Körperchen enthalten. Daneben befinden sich grössere Kugeln, welche eine Anzahl der eben beschriebenen kleinen einschliessen. Der weisse Dotter tritt unter die Keimscheibe, so dass diese auf ihm gebettet erscheint. Ersterer verdickt sich hier und verbindet sich durch einen stielartigen Fortsatz mit einer Anhäufung

weisser Dottermasse: PANDER'scher Kern, im Centrum des Gesammtdotters. Schmal weisse Dotterschichten durchsetzen auch den gelben Dotter concentrisch mit der Dotterober-fläche. Im oberen Theil des Eileiters erfolgt die Befruchtung der Eierstockseier, das Keim-bläschen »verschwindet« und der Gesammtdotter umhüllt sich mit der Eiweissschicht un der bekannten äusseren Eihülle. Bei dem Hühnerei bezieht sich der Vorgang der Furchun (wenn nicht) ausschliesslich (doch vorwiegend) auf die Keimscheibe, der Vorgang findet scho im Eileiter ungefähr in der Zeit, in welcher die Schale entsteht, statt. Von oben gesehen theil zuerst eine querverlaufende Furche die Keimscheibe in zwei Hälften, dann schneidet ein

Fig. 22a.



Sechs Furchungsstadien der Keimschicht des Hühnereies nach COSTE. Alle von Eiern aus dem unteren Theile de Eileiters und dem sogenannten Uterus. Grösse der Keimschicht 3 mm, 1. Keimschicht mit 2 Segmenten, 2. Keim schicht mit 4 Segmenten, 3. dieselbe mit 9 Segmenten und 7 Furchungskugeln, die sich polygonal gegen einande abgrenzen, 4. dieselbe mit 18 Segmenten, von denen einzelne Andeutungen neuer Theilungslinien zeigen, u vielen polygonalen Furchungskugeln, von denen einzelne einen centralen dunkleren Körper (Kern?) zeigen 5. Keimschicht nahe am Ende der Furchung mit zahlreichen kleinen Segmenten am Rande und sehr viele Furchungskugeln, 6. Keimschicht mit ganz kleinen gleichmässig grossen Elementen, die zwei Schichten bilden von denen die untere nicht vollständig ist. Die Elemente einer solchen Keimschicht haben die Natur kernhaltige Protoplasten, und kann dieselbe nun Keimhaut, Blastoderma, oder Keim heissen.

zweite Furche die erste rechtwinkelig, wodurch die Oberfläche in vier Quadranten getheil wird, welche je durch eine radiäre Furche halbirt werden. Die centralen Enden jedes diese 8 Segmente werden nun durch Querfurchen von der übrigen Hauptmasse der Segmente ab geschnitten, so dass 8 central in der Keimscheibe gelagerte Protoplasmakugeln d. h. Furchungs kugeln sich von den grösseren Segmenten differenzirt haben. Indem nun nach allen Rich tungen auch horizontal in der Tiefe der Keimscheibe (OELLACHER) Furchen auftreten, schreite die Theilung namentlich in der Mitte rasch fort. Daher sind hier die neugebildeten Furchungs kugeln zahlreicher und kleiner als in den peripherischen Partien. Durch wiederholte Thei lung zerfällt auf diese Weise endlich die ursprüngliche Keimscheibe in eine über un neben einander geschichtete grosse Anzahl kleiner Furchungskugeln. Die oberflächliche un centrale Partie unterscheiden sich schon jetzt durch ihre kleineren von den peripherische und tiefer liegenden Schichten, welche aus grösseren Furchungskugeln bestehen; dami beginnt die Scheidung eines oberen Keimblattes von dem Rest der Furchungskugeln

ie gefurchte Keimscheibe heisst nun **Keimhaut**; zwischen ihr und dem untergelagerten eissen Dotter bildet sich ein mit Flüssigkeit erfüllter Raum, die **Furchungshöhle**, aus. Während im Centrum die Furchung vollendet ist, schreitet sie an der Peripherie und in der iefe noch fort. Die obere Furchungskugelschicht bildet sich zu einer geschlossenen Haut um, us eng zusammengefügten, säulenförmigen, kernhaltigen Zellen bestehend; die mikroskopischen Elemente der unteren Schicht bleiben dagegen zunächst noch körnig, mehr rundlich m Zustande von Furchungskugeln und hängen, z. Thl. unregelmässige und lockere Häufchen bildend, netzförmig jedenfalls noch als keine wahre Membran zusammen. Während bis zur Bildung des ersten oberen Keimblattes die Angaben der Autoren über die Entwickelung der Keimhaut im Wesentlichen übereinstimmen, herrscht namentlich in Beziehung auf die Bildung der beiden unteren, namentlich aber des dritten oder Mittelblattes noch keine Uebereinstimmung. Nach KÖLLIKER's Untersuchungen bildet sich das Mittelblatt aus dem oberen Keimblatt, dem Ektoderm, zunächst durch Zellvermehrung in den mittleren Partien desselben. Andere Autoren bringen die Entstehung des mittleren Keimblattes mit dem unteren Blatte in mehr oder weniger nahe Beziehung. Nach FOSTER's und BALFOUR's im Allgemeinen sehr überzeugender Darstellung wird das Mittelblatt im Wesentlichen schon gleichzeitig mit den beiden anderen Blättern angelegt und entsteht wie diese beiden aus speciell ihm zugehörenden Furchungskugeln. Hierbei nehmen F. und B. z. Thl. nach dem Vorgang STRICKER's u. A. active Wanderung und Verschiebungen von Furchungszellen zur Erklärung seiner Bildung zu Hülfe, ohne aber auf diesen noch immer hypothetischen Vorgang allein zu fussen.

Nach STRICKER u. A. entsteht in analoger Weise, wie wir das nach F. und B. oben angegeben, das erste obere Keimblatt, das untere und mittlere entstehen dagegen aus grossen Keimzellen (Furchungskugeln), welche als **Vorrath** unter der Fläche des ersten Blattes zurückgeblieben waren. Zu diesem Zweck werden diese Zellen z. Thl. im Laufe der Eientwickelung activ (STRICKER) oder passiv (GOBULEW) von unten nach oben verschoben, um in ihre spätere normale Stellung zu kommen. Die Furchungszellen zeigen lebhafte amöboide Bewegungen (E. KLEIN u. A.). Sehr anschaulich schildern FOSTER und BALFOUR diesen Vorgang der Bildung des Mittelblattes in den ersten Stunden der Bebrütung. Während der Ausbildung des oberen und unteren Keimblattes, welche noch im Eileiter erfolgt, haben sich einige grosse Furchungskugeln: **Bildungszellen**, von den übrigen abgesondert und auf den Boden der Furchungshöhle (cf. oben) gelegt. Die Weiterentwickelung beginnt zunächst mit der Bildung einer wahren geschlossenen, aus Zellen bestehenden Membran des **wahren unteren Keimblattes** aus dem unter dem schon fertig gebildeten oberen Keimblatt gelegenen, noch ziemlich ungeordneten Furchungskugelreste. Die an dessen unterer Grenzschicht gelegenen mikroskopischen Elemente flachen sich hierbei ab, verlieren ihr körniges Aussehen und zeigen einen deutlichen Kern. Zwischen diesem nun schon früher definitiv abgegrenzten unteren Keimblatte bleiben noch zahlreiche bisher nicht verbrauchte Furchungskugeln übrig, ausserdem fangen die »Bildungszellen« an, vermöge amöboider Bewegungen über den Rand des unteren Keimblattes hinüber zu kriechen und in den schon zahlreiche Furchungskugeln enthaltenden Zwischenraum zwischen diesem und dem oberen Blatt einzuwandern. Die in dem Zwischenraum zwischen dem oberen und unteren Keimblatte befindlichen Furchungskugeln vermehren sich durch Theilung und schliessen sich, endlich zu wahren Zellen umgewandelt, zum Mittelblatt zusammen. Es existirt nach dieser Darstellung schon von den frühen Furchungsstadien an eine Sonderung der Furchungskugeln je für die einzelnen Blätter. Zuerst bildet sich das obere Keimblatt durch Entwickelung der Furchungskugeln zu Zellen zu einem wahren animalen Gewebe um, der mehrfach geschichtete Rest der Furchungskugeln wird in diesem Stadium mit Unrecht schon als zweites Blatt bezeichnet. Die Elemente seiner unteren Grenzzone organisiren sich zunächst zu einem wahren membranösen Zellengewebe, dem wahren unteren Keimblatte, durch die Form ihrer Zellen wesentlich von dem oberen Keimblatt und dem centralen Reste von Furchungskugeln unterschieden, welche zwischen den beiden ausgebildeten Blättern (und einzeln in der Furchungshöhle) noch vorhanden sind. Das dritte Blatt organisirt sich zuletzt aber aus einem speciell ihm verbliebenen Rest von Furchungskugeln, welche weder

dem oberen noch dem (wahren) unteren Keimblatt jemals angehört haben. Erst wenn (Furchungskugeln als wahre kernhaltige Zellen sich zu einer geschlossenen Zellenhaut v(einigt haben, dürfen wir die betreffenden Gebilde als Keimblätter bezeichnen. —

Die Furchung der zusammengesetzten Eier (cf. oben) schliesst sich theils Betreff der Bildung der Furchungskugeln näher an die totale Furchung (Cestoden, Trem toden etc.) an, theils zeigt der Vorgang eine freilich nur sehr entfernte Analogie mit der pa tiellen Furchung (Insecten etc.). Die Verhältnisse sind ganz eigenthümlicher Natur (WEISSMA: METSCHNIKOFF u. A.).

In anderer Weise, als wir es oben darstellten, erklärt HIS die Entstehung der versch denen Gewebsanlagen des Embryo. HIS bezeichnet im Gegensatz zu dem Nebendotter (Keimscheibe als Hauptdotter oder Archilecith; dieser ist das eigentliche Primordial Der Nebendotter ist nach HIS ein Produkt wandernder bindegewebiger Stromazellen (Ovariums, der Granulosazellen. Auch der gelbe Dotter entstehe aus Umwandlung analog Zellen des Follikels. Nach HIS betheiligen sich an dem Aufbau des embryonalen Körp(durch directen Uebergang der morphologischen Elemente ausser der Keimscheibe, dem eige lichen Primordialei, auch ein Theil des weissen oder Nebendotters, der wie gesagt aus Binc gewebszellen der Mutter stammen soll, nämlich der sogenannte Keimwall und ein Theil d Dotterrinde; der übrige Rest des Nebendotters: Nahrungsdotter, finde dagegen nur als »Na rungsmittel« für den Embryo Verwendung. Aus der Keimscheibe entwickele sich nun d gesammte Nervensystem, das Gewebe der quergestreiften und glatten Muskeln, sowie da jenige der echten Epithelien und Drüsen. Aus den Elementen des weissen Dotters gehe d Blut hervor und die Gewebe der Bindesubstanzen, so dass der Fundamental-Unte schied der Gewebsarten dadurch schon auf die Bildungsgeschichte des Eies selb sich zurückführe und durch sie begründet werde.

Alle Wachsthums- und Gliederungs-Erscheinungen des Embryonalkörpers sucht HIS a ein mechanisch-mathematisches Problem zurückzuführen: auf die Formveränderungen ein ungleich sich dehnenden elastischen Platte.

Die Gewebe der Bindesubstanzen.

Die Keimblätter haben für die Erkenntniss der Morphologie der Entwick- lung des Gesammtkörpers eine hohe unbestrittene Bedeutung. Die Entdeckun PANDER's und BÄR's, dass diese ersten drei formalen, flächenhaften Bildung anlagen des Wirbelthier-Embryo auch eine Sonderung des anfänglich physi logisch und morphologisch gleichwerthigen Bildungsmaterials der Eizelle na drei Hauptgruppen der physiologischen Thätigkeiten des Organismus repräse tiren, erschien von jeher als einer der Hauptfortschritte unserer entwickelung geschichtlichen Erfahrungen. Von der physiologischen Dignität der Keimblät ausgehend, wurde das obere Keimblatt als animales Blatt, das untere vegetatives, das mittlere als Gefässblatt bezeichnet. Namentlich REMA Untersuchungen lehrten zuerst die Provenienzen der einzelnen Keimblätter e gehender kennen, und man bezeichnet nun das obere Blatt als Sinnesbl : oder besser Hautsinnesblatt, das mittlere als motorisch-germi ı tives Blatt, das untere als Darm-Drüsenblatt. Nach REMAK bildet Hautsinnesblatt das Centralnervensystem, die nervösen Abschnitte der höhe Sinnesorgane (das Epithel der Gehörblase, den nervösen Theil des Geru(organs sowie des Auges, von letzterem auch die Pigmentschicht der Chorioi und die Linse) und die Oberhaut des Gesammtkörpers (Epidermis mit zelligen Elementen aller Hautdrüsen); aus dem motorisch-germinativen B entwickeln sich die Organe der Blutphysiologie, sowie der willkürlichen

unwillkürlichen Bewegung, Muskeln, Knochen und die übrigen Gewebe der Bindesubstanzen (mit Ausnahme (?) der Bindesubstanz des Centralnervensystems), sowie die Organe der geschlechtlichen Fortpflanzung (mit den Urnieren); aus dem Darm-Drüsenblatt gehen die eigentlichen Organe der vegetativen Drüsenthätigkeiten, die Drüsenepithelien der Darmdrüsen: Lunge, Leber, Pankreas etc., sowie die Nieren, und die Epithelüberzüge des Verdauungsschlauches hervor.

Nach diesen Ergebnissen liegen sonach in diesem ersten Stadium der Gewebsbildung die in der Folge so vielfach in einander geflochtenen physiologisch differenten Gewebe des Organismus noch einfach flächenhaft über einander gebreitet.

Die neueren entwickelungsgeschichtlichen Einzelbeobachtungen haben keinen genügenden Grund ergeben, dieses physiologische Hauptergebniss der ersten bahnbrechenden Untersuchungen umzustossen.

Die fortgesetzten Studien haben die physiologische Bedeutung des Entoderma als Darmdrüsenblatt nur fester und in allen Einzelheiten zu begründen vermocht, ebensowenig konnten sie die Bedeutung des Ektoderma als Hautsinnesblatt beeinträchtigen. Gewisse Schwierigkeiten macht nur das Mesoderm durch die Verschiedenartigkeit der aus ihm hervorgehenden morphologischen und physiologischen Bildungen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die ersten bei der Furchung entstehenden Theilprodukte des Eiprotoplasma zunächst morphologisch und physiologisch gleichwerthig sind. Wie in dem ganzen Ei selbst, liegt noch in ihnen, gleichsam verkleinerten Eiern, potentia, die Möglichkeit zur physiologischen Functionirung nach allen Richtungen, auch zur Umbildung in die verschiedenen Gewebselemente. Während aber zunächst die zu der Zellengruppe des Ektoderms zusammentretenden Furchungskugeln, später die zum Entoderm werdenden diese ihre Fähigkeit nach bestimmten Richtungen zur Hervorbringung gemeinsamer Thätigkeiten beschränken, bleibt den im Mesoderm sich vereinigenden Elementarorganismen ihr freies selbständiges Leben, ihr s. v. v. Eicharakter ganz oder wenigstens grossentheils gewahrt, und nur in geringerem Maasse als in den beiden erstgenannten Blättern sehen wir sie in der Folge sich zu Geweben gruppiren, welche mit den Bildungen des Ektoderms und Entoderms unverkennbare Analogien aufweisen. Die farblosen Blut- und Wanderzellen, die contractilen Protoplasmakörper der Bindegewebe, die Muskelzellen und Muskelfasern, welche ihr selbständiges Einzelleben in der Gesammtheit fortwährend documentiren, vor allem aber die Fortpflanzungsorgane, welche die volle Potenz des Eies sich erhalten haben, rechtfertigen unsere Aufstellung. In den Elementarorganismen des Mittelblattes haben wir sonach ein Bildungsmaterial, welches, zunächst gleichsam physiologisch noch indifferent, entweder wesentlich in der näheren Verbindung mit den beiden Urorganen des Ektoderms und Entoderms seine Selbständigkeit bis zu einem gewissen Grade zur Hervorbringung specifischer Gewebe und Organe zu beschränken oder auch den Eicharakter zum Theil (Blutzellen) oder ganz (Geschlechtszellen) zu bewahren vermag.

Die folgenden Betrachtungen werden ergeben, dass der den Elementarorganismen des Mittelblattes länger oder vollständig gewahrt bleibende active Charakter sie befähigt, als Hauptmotoren bei der Ausbildung der Gesammt-

körperform zu functioniren, welche vorwiegend durch Wachsthumserscheinungen im Mittelblatte eingeleitet und bedingt werden.

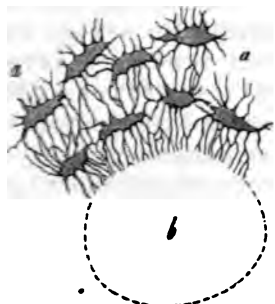
Wir theilen aus praktischen Gesichtspunkten im fertiggebildeten Organismus die Gewebe mit Rücksicht auf ihre Functionirung, indem wir theilweise von der Entstehung aus den gleichen Keimblättern absehen, zunächst in zwei Hauptgruppen, *vegetative* und *animale*, von denen die letztere nach den beiden animalen Hauptfunctionen in *Nerven-* und *Muskelgewebe* zerfällt. Zu diesen drei Gewebsgruppen kommt noch eine vierte, welche dem ganzen Organismus seine Skeletstütze, den einzelnen Geweben das Verbindungsmaterial liefert und danach mit dem Namen *Gewebe der Bindesubstanzen* belegt wird.

Bei dem Gewebe der *Bindesubstanzen* treffen wir auf eine grosse Mannigfaltigkeit der formellen Bildungen. Der thierische und menschliche Leib besteht zum grossen Theile aus den Geweben dieser Gruppe. Sie bilden die Grundlage aller Häute, das Gestell der Drüsen, und verleihen dem ganzen Körper Halt und Zusammenhang, indem sie unter einander in ununterbrochener, vollkommener Verbindung stehen. Trotz der Verschiedenheit in den physikalischen Eigenschaften, wie sie zwischen den zarten Hautgebilden und den starren Knochen besteht, zeigen die einzelnen Glieder dieser Gewebsgruppe doch eine unverkennbare Uebereinstimmung, die ihren gemeinsamen Ursprung, die Möglichkeit des Ueberganges des einen Gewebes in die Bildung eines der anderen dieser Gruppe, wie sie die Beobachtung lehrt, erklärlich macht. Sie sind alle der Hauptmasse nach aus Zellen zusammengesetzt, welche sich mit einer verschieden stark entwickelten Schicht von Intercellularsubstanz umgeben haben, wodurch ihre Protoplasmakörper mehr oder weniger von einander gerückt sind. In den meisten Fällen — mit Ausnahme des *Knorpelgewebes* bei dem Menschen — treten diese Zellen, die *fixen Bindegewebszellen*, durch Ausläufer mit einander in Verbindung. Die communicirenden, mit Protoplasma und Flüssigkeiten gefüllten Räume, welche dadurch in der Intercellularmasse ent-

[redacted]

Es ist fraglich, ob diese Zellgestalten nicht zum Theil bei der Untersuchung entstehende Kunstprodukte sind. Die Zellen werden im lebenden Gewebe von der Grundmasse meist fast ganz verdeckt und werden gewöhnlich erst nach Anwendung verdünnter Essigsäure sichtbar.

Fig. 23.



Knochenkörperchen (*aa*) mit ihren zahlreichen Ausläufern, einmündend in den quer durchschnittenen HAVERS'schen Canal (*b*).

Fig. 24.



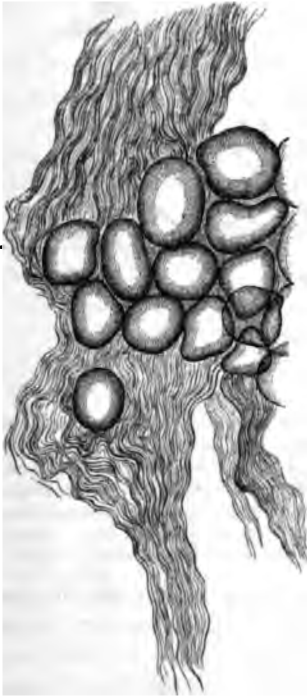
Ein Stückchen lebendes Bindegewebe des Frosches, zwischen den Oberschenkelmuskeln herausgeschnitten (mit starker Vergrösserung). *a* Contrahirte blasse Zelle mit einem dunkleren Klümpchen im Innern; *b* strahlig ausgestreckte Bindegewebskörperchen; *c* ein solches mit bläschenförmigem Nukleus; *d* und *e* bewegungslose grobkörnige Zellen; *f* Fibrillen; *g* Bündel des Bindegewebes; *h* elastisches Fasernetz.

In den Sehnen, welche nach LEYDIG und G. R. WAGENER primär aus dem Sarcolemma der Muskelfasern hervorgehen (cf. unten), fand F. BOLL die zwischen den parallellaufenden Fibrillen liegenden, kettenförmig angeordneten Zellen als rechteckige und rhomboidische Elemente mit grobkörnigem Protoplasma und Kern. In der Richtung des grössten Durchmessers verläuft bald an der Kante firstartig, bald in der Mitte der ganzen Länge der Zelle ein »elastischer Streif«. Die Gestalt der Zellen scheint durch die Einwirkung der Essigsäure auf dieses elastische Gebilde verkürzt. A. SPINA gelangte bei seinen Sehnenuntersuchungen wesentlich zu gleichen Resultaten wie BOLL. Er fand die Sehnenzellen stets noch von besonderen Zellhüllen oder Scheiden umgeben, von welchen schmale, dünne Strahlen die Sehne in querer Richtung durchsetzend ausgehen. Diese Hüllen und Fortsätze der Sehnenzellen sind es, welche die erste Anlage des elastischen Gewebes bilden sollen.

Sehr zartes Bindegewebe vom Frosch (z. B. zwischen den Schenkelmuskeln) erlaubt eine Untersuchung des lebenden Gewebes (Fig. 24). Die Zellen erscheinen dann hüllenlos meist aus sehr zartem Protoplasma mit undeutlichem Kern. Die Zellen senden zahlreiche Fortsätze aus, von welchen einige lange mit Ausläufern anderer Zellen in Verbindung treten, die Mehrzahl ist kurz und gibt dem Umfang der Zelle ein sternförmiges, gezacktes Aussehen. Andere derartige Zellen sind schärfer begrenzt mit bläschenförmigem Kern, manche zeigen grobkörniges Protoplasma und wurstartige Form. Mit Ausnahme dieser letzten Form sollen die Zellen eine träge Contractilität zeigen: sie ändern ihre Form, die Ausläufer treiben vor, verbinden sich mit denjenigen benachbarter Zellen und

lösen sich wieder (KÜHNE). In anderen Fällen scheinen die Ausläufer constante Bildungen und die Zellen durch präformirte Hohlbahnen in der Zwischensubstanz mit einander in Verbindung. VON RECKLINGHAUSEN sah, wohl in diesen Bahnen, die erwähnten kleinen amöboiden Zellen: Wanderzellen, sich bewegen und ihren Ort verändern (cf. unten Kap. III und bei Hornhaut).

Fig. 25.



Lockiges Bindegewebe mit Fettzellen vom Menschen, 350mal vergr.

Fig. 26.



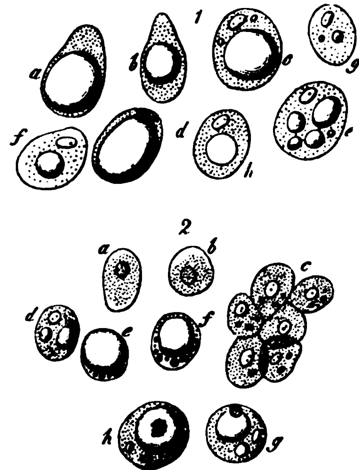
Elastisches Netz aus der Tunica media der Art. pulmonalis des Pferdes mit Löchern in den Fasern, 350mal vergr.

Aehnlich morphologisch verschieden wie die Zellen zeigt sich die Intercellularsubstanz. Während sie bei den weichsten zur Bindegewebsgruppe zu rechnenden Gebilden: dem gallertigen Bindegewebe (bei dem erwachsenen Menschen im Glaskörper des Auges), eine gallertige, schleimähnliche Beschaffenheit zeigt, die auf der Anwesenheit des Mucins oder eines verwandten Stoffes beruht, besitzt sie eine grosse Festigkeit und Elasticität bei den die Muskeln und Drüsen verbindenden Häuten, noch mehr bei den Sehnen und Sehnenhäuten. Die Zwischenmaterie zeigt in den letztgenannten Fällen ein specifisches Aussehen, es scheinen wellenförmig, lockig gekrümmte feine Fasern die Grundmasse zu bilden, wonach man diese Gewebe als lockiges Bindegewebe bezeichnet (Fig. 25). Diese Intercellularmasse zeigt in einzelnen Partien gewöhnlich eine eigenthümliche Härtung und Verdichtung entweder blos an den Grenzschichten oder auch wohl als Streifen mitten durch das Ganze, wodurch sie eine Veränderung ihres Lichtbrechungsvermögens erfährt. Solches Bindegewebe trägt den Namen elastisches Gewebe, da es sich durch grosse Elasticität auszeichnet (Fig. 26). (Das Nähere über Bindegewebe folgt bei der Besprechung der einzelnen betreffenden Organe.)

Zeigt sich die elastische Substanz blos an den Grenzlagen, so haben wir die Glashäute vor uns, denen wir bei Besprechung des Drüsengewebes z. Thl. als »eigene Häute« der Drüsen, als Membranae propriae wieder begegnen werden. Erscheinen nur netzförmig elastische Züge in der Zwischenmaterie, so entstehen daraus die elastischen Spiralfasern, Fasernetze und Platten. Gleichzeitig geht auch eine chemische Umwandlung in der Grundsubstanz vor sich, welche das elastische Gewebe weit resistenter gegen chemische Einwirkungen macht als die Grundmasse des lockigen Bindegewebes. Besteht der Inhalt der Bindegewebszellen grossentheils aus Fett, so bekommt das Gewebe den Namen Fettgewebe (Fig. 27); füllen sich die ästigen Zellen mit dunklem, körnigem Pigment, so erhalten sie den Namen »verzweigte oder sternförmige Pigmentzellen«.

Zur Herstellung des nicht nur sehr biegsamen und elastischen, sondern auch einen hohen Grad von Festigkeit besitzenden Gewebes des **Knorpels** findet sich eine besondere chemische Modification des Intercellularstoffes verwendet, welcher entweder homogen aus den Zellen in grösserer oder geringerer Mächtigkeit differenzirt ist oder eine ähnliche Verdichtung und Härtung wie bei der Bildung des elastischen Gewebes erfährt. Doch verlaufen die elastischen Fasern im Knorpel weniger regelmässig als im lockigen Bindegewebe, sie sind verfilzt und haben ein weniger glänzendes, mehr körniges Aussehen; in chemischer Beziehung verhalten sie sich dem elastischen Gewebe analog. Man unterscheidet je nach der Beschaffenheit und dem Aussehen der Grundsubstanz den **hyalinen** oder echten und den gelben oder **Faserknorpel**. Der hyaline Knorpel zeigt gegenüber dem gelben ein milchweisses, bläuliches, seltener ein gelbliches Aussehen. In manchen Fällen befindet sich zwischen seinen Zellen nur sehr wenig Grundsubstanz. Bei derartigem Knorpelgewebe finden sich lebhaftere Lebensvorgänge, so dass selbst ziemlich rasch wachsende krankhafte Neubildungen aus solcher Knorpelmasse bestehen. In den Fällen, in welchen die Grundsubstanz überwiegt, sind die organischen Vorgänge im Knorpel sicher nur sehr geringe. Die Zellen besitzen keine Ausläufer, die sie unter einander in Verbindung setzen, es ist der Stoffverkehr dadurch in der Zwischensubstanz auf ein Minimum herabgedrückt, wodurch besonders die Wachsthums- und Neubildungs-Erscheinungen sehr in den Hintergrund gedrängt werden. Knorpelwunden heilen nur sehr schwer und langsam, was auch noch durch den Mangel an Blutgefässen erklärlich wird.

Fig. 27.



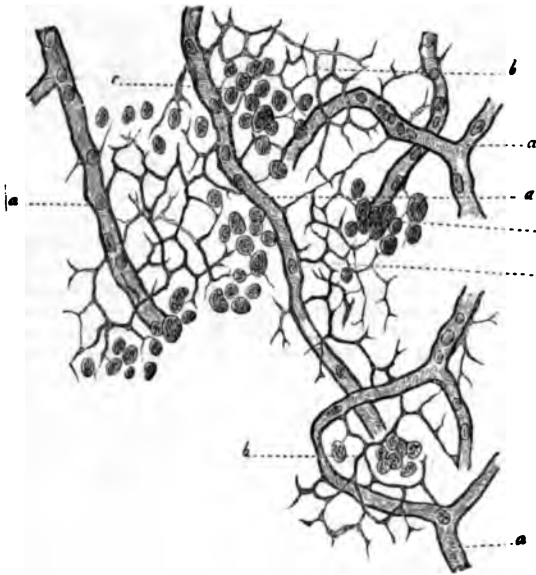
Unvollkommen mit Fett erfüllte Zellen. 1. Solche aus dem Unterhautzellgewebe einer abgemagerten menschlichen Leiche, die fettige Inhaltsmasse verlierend; *a* mit einem grossen, *b* mit einem kleineren Fetttropfen; *c* und *d* mit sichtbarem Kerne; *e* eine Zelle mit getrennten Tröpfchen; *f* mit einem einzigen kleinen Tröpfchen; bei *g* fast fettfrei und bei *h* ohne Fett mit einem Tropfen eiweissartiger Substanz im Innern. 2. Zellen des Fettgewebes aus der Umgebung der Niere eines zehnzölligen Schafembryo, sich mit Fett mehr und mehr erfüllend; *a* und *b* isolirte Zellen noch ohne Fett; *c* ein Haufen derselben; *d*—*h* Zellen mit steigender Einlagerung der fettigen Inhaltsmasse.

Zur Bildung der eigentlich starren Gerüsttheile des menschlichen und thierischen Organismus ist ebenfalls das Bindegewebe verwendet, welches durch **Einlagerung** von erdigen Bestandtheilen — kohlensaurem und namentlich phosphorsaurem Kalk — in die Zwischenzellenmasse zu einem Baumaterial umgeschaffen wird, welches neben hoher Elasticität einen bedeutenden Grad von Festigkeit erreicht. Die Intercellularsubstanz des **Knochens** hat die geschichtete Beschaffenheit wie die des gewöhnlichen Bindegewebes, die Lamellen sind in Folge des härteren und damit schärfere Contouren gebenden Materiales noch klarer und markirter als bei jenem. Alle Species der Bindesubstanz können **ossificiren**; es entsteht wahre Knochenstructur bei den embryonalen Skeletanlagen sowohl aus dem lockigen Bindegewebe als aus dem Knorpel. In manchen Fällen **verkalken** Theile der äusseren Haut, der Schleimhäute, der interstitiellen Bindesubstanz zwischen Muskeln und Drüsen. Man spricht von einem **Incrustations-** und einem wahren **Verknöcherungsprocesse**. Bei ersterem verbleiben die sich absetzenden Kalktheile selbständiger und stellen grössere Kalkkugeln und Kalkkrümeln dar, bei letzterem verschmelzen sie mit der Zwischensubstanz morphologisch zu einer Masse. Die Incrustation ist gewöhnlich das Vorläuferstadium der wahren Ossification und bleibt nur selten permanent. Bei der Ablagerung der Kalksalze in die **Intercellularsubstanz** wandeln sich die zelligen Knochentheile in die specifischen

Knochenzellen oder **Knochenkörperchen** um. Bei der Ossification des lockigen gewebes gehen, wie es scheint, die verästelten Bindegewebszellen oder **Bindegekörperchen** direct in die verästelten Knochenkörperchen über; bei der Verknöcheri Hyalinknorpels beobachtet man, dass die Knorpelzellen während der Verkalkung steri auswachsen und so ebenfalls zu verästelten Knochenkörperchen werden.

Die strahlenförmigen Ausläufer der Bindegewebszellen und ihrer Hüllen, welche (zelnen Zellen unter einander in Verbindung setzen, stellen ein mehr oder weniger weitma Netzwerk dar, in welchem die verschiedenen Zwischensubstanzen gleichsam s. v. v. eing sind. Eine ziemlich ausgedehnte Gewebsgruppe zeigt uns solche Maschenräume zwisch ästelten, unter einander zusammenhängenden Zellen nicht erfüllt mit einer mehr oder v gleichartigen Intercellularmasse, sondern mit einer Unzahl kleiner granulirter Zellen, wel den Elementen der Lymphe übereinstimmen. Man hat dieser verbreiteten Gewebsform ve dene Namen beigelegt: gene **Bindesubstanz** KER), **adenoide Substan** oder **reticuläre Bind stanz** (FREY) (Fig. 28). Di websform bildet gleichsa Uebergang zu dem Drüseng Das **bindegewebige Ge der Nervencentralo** so wie der **nervösen T der Sinnesorgane** ha gewisse Aehnlichkeit mit de culären Bindegewebe. Es seine nähere Beschreibung betreffenden Organen, ebe Zahngewebe.

Fig. 28.



Retikuläre Bindesubstanz mit Lymphzellen aus dem PEYER'schen Follikel des erwachsenen Kaninchens. *a* Haargefässe; *b* Netzgerüste; *c* Lymphzellen (die meisten durch Auspinseln entfernt).

Die Bindesubstanz tritt **ausschliesslich als T rin der Blut- und Ly gefässe** auf, ja die f Lymphgefässe scheinen vor Netzen der Hohlräume in de schensubstanzen, in welch Bindegewebskörperchen dargestellt zu werden. Ni existiren Capillargefässe als reiche der Bindesubstanz; sind nicht alle Arten dieses Gewebes gleichmässig mit Gefässen durchsetzt, im Knorpel sie fast durchaus gänzlich. Bei niederen Thieren bewegt sich die Ernährungsflüssig **Lacunen**, aus Bindegewebe gebildet.

Die Entwickelungsgeschichte zeigt die Zusammengehörigkeit aller dieser s schiedenartig erscheinenden Bildungen mit vollkommener Sicherheit (cf. oben S. 26 (gaben von HIS). Die Bindesubstanzen entwickeln sich in dem frühesten Fötalleben a **mittleren Keimblatte** aus einer gleichartigen Anlage, die aus zarten, rundlichen mit bläschenförmigem Kerne besteht, welche gedrängt in einer spärlichen, eiweiss Intercellularmasse, Umwandlungsproduct ihres Protoplasmas, eingelagert sind (KÖLLIKEI aus »wandungslosen bis zur Verschmelzung genäherten Embryonalzellen« (M. SCHULTZE jenen Formen der Bindesubstanz, bei welchen die Zellen in ihrer späteren Entwickelung förmige Gestalt annehmen, ist die beschriebene erste Erscheinungsform des Bindeg eine rasch vorübergehende. Bald sieht man spindel- und sternförmige Zellen eingeb

ansehnlichere Mengen von Zwischensubstanz. Von der gleichen Anlage aus bilden sich die Bindesubstanzen also in verschiedener Weise aus. So entstehen mehrere zusammengehörige und gleichlaufende Gewebsreihen, deren Glieder sich in einander umbilden können.

Die vergleichende Anatomie lehrt uns, dass das Bindegewebe bei allen Wirbelthieren in derselben Weise auftritt wie bei dem Menschen. Bei den Vögeln verknöchern die Sehnen regelmässig. Bei den wirbellosen Thieren behält das Bindegewebe meist einen gewissermassen embryonalen Bau als einfache zellige Bindesubstanz (bei den Mollusken und Decapoden) oder als gallertige Bindesubstanz (Mollusken), selten wird es mehr faserig wie bei den Cephalopoden, im Mantel der Muscheln, im Stiel der Lingulen und Cyrripedien, bei den Echiniden. Das feste Bindegewebe des Leibesgerüstes wird bei den niederen Thieren entweder durch eine dem Knorpel sich annähernde Modification der einfachen, zelligen Bindesubstanz oder durch eine aus Chitin oder Cellulose (= Tunicin, nur bei Ascidien gefunden) bestehende Substanz oder durch kalkige und hornige Theile ersetzt. Das feste Gerüste wird bei den Fischen vorzüglich aus Knorpel, Knorpelknochen, osteoïder Substanz und Zahnbein gebildet, bei allen höheren Wirbelthieren ist es echter Knochen der Hauptmasse nach. Die allgemeine Körperhaut (Cutis) besteht aus den verschiedensten Gestaltungen der einfachen Bindesubstanz und des Bindegewebes, es kommen in ihr Knorpel-, Knochen-, ja selbst Zahnbildungen der mannigfachsten Art vor. Die Chitingebilde der Arthropoden sind Cuticularbildungen.

Vegetative Gewebe.

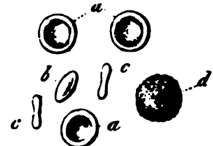
Blut- und Oberhautgewebe.

Als zweite Hauptgruppe der Gewebe haben wir diejenigen bezeichnet, welche den vegetativen Vorgängen im menschlichen und Säugethier-Organismus vorstehen. Hier vereinigen sich Bildungen der drei Keimblätter.

Unter die vegetative Gruppe fallen die Zellen des Blutes und der Lymphe (die man nach den entwickelungsgeschichtlichen Angaben von His, cf. oben, auch zu den Bindesubstanzen stellen könnte), dann die Zellen, welche die freie Oberhaut des Körpers und seiner grösseren Hohlgebilde überziehen und die sogenannten Epithelien bilden, und die Drüsenzellen, welche die verschiedenen Drüsenräume auskleiden oder anfüllen und gewöhnlich mit Epithelzellen continuirlich zusammenhängen.

Während in den vorhin besprochenen Geweben die Intercellularsubstanz die Hauptmasse bildete, behalten in dieser Gewebsgruppe die Zellen die Oberhand. Meist ist der Intercellularstoff auf ein so geringes Minimum beschränkt, dass er eben nur hinreicht, die einzelnen Zellen unter einander zu verkleben. Bei dem Blute und der Lymphe bleibt er flüssig, so dass die Zellen frei in ihm schwimmen (Fig. 29).

Fig. 29.



Glattrandige scheibenförmige Blutkörperchen *a b c* und eine granulirte farblose Blutzelle *d*, deren Kern verdeckt ist, vom Menschen.

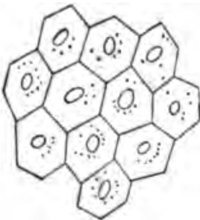
Wie die Functionen der vegetativen Sphäre dem Thiere und der Pflanze gemeinsam zukommen, so ist auch das im Thierorganismus diesen Thätigkeiten als materielle Basis dienende Gewebe dem Pflanzengewebe am ähnlichsten gestaltet. Die Zellen lagern sich dicht an einander und platten sich auf das Mannigfachste ab. Dabei behauptet jede einzelne Zelle fast vollkommen ihre individuelle Selbständigkeit, so dass man die zu besprechende Gewebsgruppe als Gruppe der selbständig gebliebenen Zellen bezeichnen kann. Wenn wir

von den Organen, welche aus diesen Geweben zusammengesetzt sind, gemeinschaftliche Wirkungen hervorgebracht sehen, so betheiligt sich doch jede einzelne der gewebebildenden Zellen in individueller Weise an dem schliesslichen Resultate. Jede einzelne Zelle ist eine abgeschlossene, chemisch-physikalische Werkstätte, welche Stoffe aufnimmt, umwandelt, abgibt.

In dem thierischen und menschlichen Körper betheiligt sich nur ein verhältnissmässig geringerer Theil an den eigentlich vegetativen Processen, der grösste Theil ist mit Einschluss der Hauptmasse der Bindesubstanzen (Knochen, Sehnen, Bänder, Häute etc.) den animalen Functionen der Bewegung und Empfindung gewidmet.

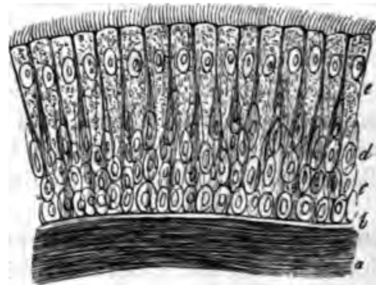
Die Anordnung der Zellen ist in dieser Gewebsgruppe primär eine flächenhafte. Wir sehen alle freien Oberflächen des Körpers, innere und äussere, mit Lagen oder Häuten selbständiger Zellen tapezirt, die in dieser Aneinanderlagerung den Namen Epithelien führen, wobei man morphologisch und entwickelungsgeschichtlich, nach ihrer Lage und Entstehungsgeschichte: Ektothelien und Endothelien unterscheidet. Die Epithelzellen sind von der mannigfaltigsten Gestalt und Aneinanderlagerung. Entweder bleiben sie, wie in allen inneren Höhlungen, als Ueberzüge der sogenannten Schleimhäute weich und kernhaltig; oder sie sind wie an der Oberhaut der äusseren Körperbedeckung des Menschen theilweise zu trockenen Blättchen geworden, verhornt (Horngewebe); die aus solchen, in Alkalien wieder kugelig aufzuquellenden feinen Zellenblättchen bestehende obere Hautlage heisst Epidermis (Fig. 30). Je

Fig. 30.



Epidermis eines zweimonatlichen menschlichen Embryo noch weich wie Epithelium, 350mal vergr.

Fig. 31.



Flimmerepithelium von der Trachea des Menschen, 350mal vergr. *a* äusserster Theil der elastischen Längsfasern. *b* helle äusserste Lage der Mucosa, *c* tiefste runde Zellen, *d* mittlere längliche, *e* äusserste Flimmern tragende.

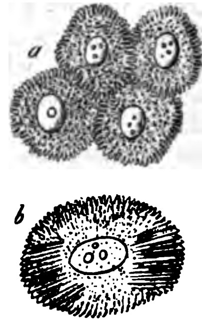
nachdem die Zellen in ein- oder mehrfacher Schicht das Epithel zusammensetzen oder ihre Gestalt vom Rundlichen ins Polygonale oder Kegelförmige abändern oder in Flimmerhaare ausgewachsen sind, spricht man von einem einfachen Epithel, einem geschichteten Epithel, Platten-, Cylinder-, Flimmer-Epithel. Man darf nicht ausser Acht lassen, dass geschichtetes Epithel und Epidermis in verschiedenen Lagen sehr differente Zellformen haben können (Fig. 31). So zeigt die Oberhaut des Menschen zu oberst feste Hornblättchen, welche kaum mehr an Zellen erinnern, in tieferen Lagen, in der sogenannten »Schleimschicht«, besteht sie aus rundlichen oder polygonalen

Zellen mit Kernen; derartige Zellen, deren Oberfläche ringsum mit Spitzen, Stacheln und Leisten besetzt ist, welche zwischen analoge Vorsprünge der Nachbarzellen eingreifen »wie zwei mit den Borsten in einander gepresste Bürsten«, werden als Stachel- und Riffzellen bezeichnet (M. SCHULTZE) (Fig. 32).

Zu den Epidermisbildungen gehören: die Nägel und Haare (Horngewebe), sowie die Krystalllinse des Auges.

Die Cuticularbildungen sind geformte Ausscheidungen des Epithelgewebes. Sie überziehen entweder die freie Wand der einzelnen Zellen und können dann sowohl als dünne Säume oder wie bei dem Schmelz der Zähne als 5—6eckige Prismen erscheinen, oder sie überziehen die freien Wände angrenzender Zellen im Zusammenhang als einfaches oder geschichtetes Häutchen. Diese Häute sind es, die man vorzugsweise als Cuticulae bezeichnet. Andererseits rechnet man hierher wohl die Basalmembranen (Basement membranes S. 37), auf denen die Epithelzellen oft aufsitzen. Bei den Gliederthieren kommen dicke, geschichtete, faserige, entweder weiche oder hornartige, auch verkalkte Cuticulae vor, die zum Theil aus Stoffen (Chitin) bestehen, die sonst nirgends gefunden werden.

Fig. 32.



Sogenannte Stachel- oder Riffzellen a aus den untern Schichten der Epidermis des Menschen; b eine Zelle aus einer Papillargeschwulst der menschlichen Zunge (letztere Copie nach SCHULTZE).

Zur Entwickelungsgeschichte. — Epithelien und Epidermis gehen ihrer Hauptmasse nach aus den beiden begrenzenden Keimblättern, dem oberen und unteren, hervor. Der epitheliale Ueberzug der serösen Körperhöhlen mit dem der Schleimbeutel und der Sehnenscheiden, sowie die Intima der Gefässe scheinen sich mit den Organen, die sie überkleiden, aus dem mittleren Keimblatt zu entwickeln. Sie zeigen manches Eigenthümliche im Bau und im physiologischen Verhalten, weshalb man in neuester Zeit diese: Binnenepithelien auch als unechte oder Endothelien bezeichnet. — Das obere Keimblatt, Hornblatt, liefert die Epidermis mit Nägeln, Haaren, Krystalllinsen, mit den Hautdrüsen und Milch- und Thränendrüsen, welche also zu den Epidermisbildungen zu rechnen sind, wie der epitheliale Ueberzug der Höhlen des Centralnervensystems und das Pigment-Epithel der Chorioidea. Das Darmdrüsenblatt oder untere Keimblatt liefert die Epithelien des Verdauungsapparates, sowie die zelligen Theile aller dazu gehörigen Drüsen, auch der Lunge, Leber, Niere. Während die Epidermis meist rundliche oder platte Zellformen zeigt, zeigt das Epithel vorwiegend Cylinderzellen, zum Theil bewimperte. Die Epidermis lässt schon bei dem Embryo von 3 Wochen zwei Zellenschichten erkennen als Anlage der Schleim- und Hornschicht.

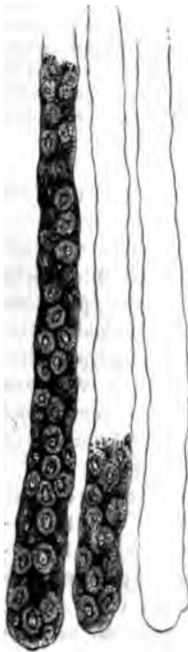
Zur vergleichenden Anatomie. — Abgesehen von den Cuticularbildungen etc. zeigt sich das Oberhautgewebe bei den Thieren von ziemlich analoger Bildung. Das Horngewebe erscheint bei den Thieren verbreiteter und eigenthümlich geformt, und zwar betheiligen sich Epidermis und Epithelien an seiner Erzeugung. Als Gebilde der Epidermis der äusseren Haut sind zu nennen: Krallen, Klauen, Hufe, Hörner, Stacheln, Platten, Schilder, Borsten, Federn etc., als Epithelialgebilde von Schleimhäuten erscheinen die bei verschiedenen Thieren vorkommenden Hornscheiden der Kiefer, Hornzähne, die Walfischbarten, die Zungenstacheln und Platten bei Vögeln, Säugern und Amphibien, die Stacheln der Speiseröhre bei Schildkröten etc. (KÖLLIKER). Ueber Blut cf. in der speciellen Physiologie.

Drüsengewebe.

Fast bei allen Häuten, welche einen Epithelialüberzug besitzen, zeigt sich eine im Princip gleichmässige Methode der Flächenvermehrung realisirt. Es finden sich nämlich in dem diesen Häuten als Gerüst dienenden Bindegewebe eine

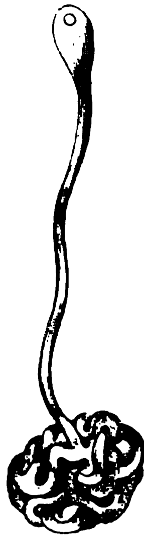
grosse Anzahl von Ein- und Ausstülpungen, von Höhlen-, Buchten- und Zottenbildungen, welche alle von Drüsen-Epithelzellen überkleidet werden. Diese mit Zellen austapezirten Einstülpungen und Höhlen der mit Epithel bekleideten Häute sind das, was man in der Anatomie vorzugsweise als Drüsen bezeichnet. Ihre Hauptgrundform lässt sich, abgesehen von den einzelligen Drüsen (cf. unten), auf die eines einfachen Schlauches: »Handschuhfingerform«, zurückführen; von der Fläche auf dem Durchschnitt gesehen, besitzen sie eine langgestreckte U-förmige Gestalt. Durch Aufrollung, Verästelung, theilweise Ausbuchtungen etc. wird diese Urgestalt der Drüse mannigfach abgeändert. Den inneren Ueberzug des Nahrungsschlauches, die Schleimhaut des Magens und der Gedärme, können wir uns mit seinen Ein- und Ausbuchtungen unter dem Bilde versinnlichen, als hätte man in die aus plastischer Masse bestehende Haut dicht neben einander mit einem unten abgerundeten Stäbchen Vertiefungen eingedrückt. Die Epithelzellen folgen allen diesen Eindrücken und bilden damit die einfach schlauchförmigen Magen- und Darmdrüsen (Fig. 33). Manche Schlauchdrüsen rollen ihre Enden zu einem Knäuel zusammen, der dann einen einfachen Ausführungsgang zeigt, wie die Schweissdrüsen der Haut (Fig. 34). An anderen Drüsenschläuchen zeigt sich die Höhlung selbst vielfach ausgebuchtet, gleichsam verästelt, so dass nach mannigfachen Uebergängen daraus traubenförmige Drüsen, wie in den Schleimhäuten der Mund- und Respira-

Fig. 33.



Einfache schlauchförmige Drüsen der Magenschleimhaut vom Menschen.

Fig. 34.



Eine Knäueldrüse aus der Conjunctiva des Kalbes.

Fig. 35.



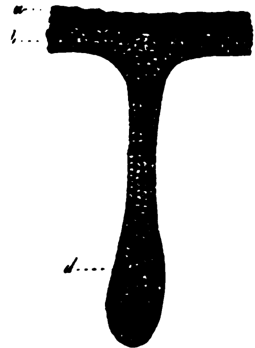
Eine BRUNNER'sche Drüse des Menschen.

tionshöhle etc. (Fig. 35), oder geschlossene, mit einem Epithel ausgekleidete Blasen wie bei der Thyreoidea entstehen. Dieselben Bildungen, welche wir bisher im Kleinen besprochen haben, können durch Vereinigung analoger Bildungen auch eine bedeutende Grösse annehmen. Diese grossen Drüsen besitzen

dann (meist) in ihren einzelnen Abschnitten oder im Ganzen ebenfalls entweder einen schlauchförmigen oder einen traubenförmigen Bau, sie werden, im Gegensatze zu den bisher abgehandelten einfachen, zusammengesetzte Drüsen genannt. Als Beispiele einer zusammengesetzten traubenförmigen Drüse können die Speicheldrüsen der Mundhöhle dienen, für eine zusammengesetzte schlauchförmige die Nieren (cf. specielle Physiologie). Diese grösseren Drüsen sind meist mit einer bindegewebigen Kapsel umschlossen, welche Fortsätze als Scheidewände und Stützen in das Innere hereinsendet. In diese Bindegewebshöhlen und Gerüste sind die Drüsenschläuche gleichsam eingekittet. Wo die Drüsenzellen dem Bindegewebsgerüste ansitzen, findet sich die Intercellularsubstanz zu jenen oben besprochenen, glasartigen, inneren Grenzhäuten (Basalmembranen) verdichtet, welche mit der Grundsubstanz des übrigen Bindegewebes zusammenhängen. Diese elastischen Grenzschichten sind meist das, was man die eigenen Häute, die Membranae propriae der Drüsen nennt. Man unterscheidet demnach an dem Schema einer Drüse den meist von der Membrana propria gebildeten Drüsenschlauch und das denselben auskleidende Drüsenepithel. Die Drüsenzellen besitzen eine ähnliche Mannigfaltigkeit der Gestaltungen, wie sie uns bei den Epithelzellen begegnete. — Bei den Lungenbläschen ist das Epithel nur spärlich auf der Membrana propria, bei anderen Drüsen (Leber) ist dagegen die Membrana propria verkümmert, die eigentlichen Drüsenschläuche fast ganz mit Zellen erfüllt, welche nur interstitielle Räume zwischen sich lassen.

Zur Entwickelungsgeschichte. — Bei den Epithelial- und Epidermisbildungen wurde schon erwähnt, dass die Drüsen sowohl aus dem oberen, als aus dem unteren Keimblatte gebildet werden. Ihre Entstehungsweise zeigt viele Analogien. Die aus dem oberen (Hornblatt) sich entwickelnden Drüsen der Haut etc. zeigen sich zuerst als solide Wucherungen von Zellen, welche, von der Schleimschicht der Oberhaut ausgehend, in die tieferen Lagen der Cutis hereinwuchern. Anfänglich sind diese Zellenwucherungen, welche zuerst flaschen- oder warzenförmig sind, weder von einer Membrana propria umkleidet, noch besitzen sie Höhlungen. Erstere bildet sich als Cuticularbildung von den Grenzzellen des Haufens aus, die Höhlung entsteht meist durch Auflösung der mittleren Zellenschichten. Die umgebende Partie der Cutis wird zur bindegewebigen Umhüllungsmasse der Drüse. Aus dem Hornblatte bilden sich so in analoger Weise: Schweiss-, Talg-, Milch- und Thränendrüsen, Meibom'sche Drüsen (Fig. 36). Alle Anhänge der Epidermis entstehen in analoger Weise zuerst als solide Wucherungen des Hornblattes, zu denen sich dann nachträglich noch Umhüllungen vom mittleren Keimblatt, von dem die Cutis stammt, gesellen. Während sich bei den Drüsen die Epidermiszellen in Drüsenzellen umwandeln, werden sie bei den solid bleibenden Epidermisfortsätzen oder Horngebilden, Haaren, Nägeln, zu den specifischen Schüppchen. Ein Haar und Nagel sind also sozusagen trockene Hautsecrete (Kölliker), die sich mit den flüssigen in gewissem Sinne vergleichen lassen. Eine Anzahl der von dem unteren Keimblatt (Darmdrüsenblatt) sich bildenden Drüsen entsteht auf analoge Weise aus soliden Zellenanlagen, die sich in die unterliegenden Gebilde einsenken, z. B. die Brunner'schen und übrigen traubigen Schleimdrüsen, Speicheldrüsen. Andere beginnen

Fig. 36.



Die Schweissdrüse eines Fötus von 5 Monaten. *a b* Die oberflächlichen und tieferen Schichten der Oberhaut. Letztere bilden in zapfenartiger Wucherung die Drüsenlage *d*.

als hohle Einstülpungen, deren Zellenauskleidung zu den Drüsenläppchen auswuchert: Pankreas, Lunge etc.

Zur vergleichenden Anatomie. — Fast alle Drüsen im ganzen Thierreiche lassen sich unter die oben gegebene Eintheilung bringen. Bei Arthropoden und Würmern kommen einzellige Drüsen vor; eine von der Drüsenzelle gelieferte Membrana propria umschliesst in ihrem erweiterten, blinden Ende die einzige Secretionszelle und setzt sich in einen feinen Ausführungsgang fort. Oder es werden eine Anzahl solcher Drüsen von einer Membrana propria umgeben, deren Intima aus Chitin bestehen kann und sich so deutlich als Cuticularbildung documentirt. Manche Drüsenzellen von Insecten erreichen eine Grösse von circa 0,2mm, ihre Kerne zeigen Verästelungen, und Kölliker sah Luftröhren (Tracheen) in das Innere einzelner solcher Zellen eindringen, wodurch ein Uebergang zu höheren Gewebselementen angedeutet ist. Bei Lepidosiren fand K. einzellige, flaschenförmige Schleimdrüsen der Haut entsprechend den Schleimzellen in der Haut der Fische.

Animale Gewebe.

Muskeln.

Die formellen Grundlagen der animalen Thätigkeiten, der Empfindung und Bewegung, sind das Nerven- und Muskelgewebe.

Das Muskelgewebe besteht aus zwei Gruppen von Formelementen, deren Verschiedenheiten sich auf einen Grundtypus zurückführen lassen. Die contractile, rundliche, embryonale Muskelzelle wächst mehr oder weniger in die Länge, wobei auch der Kern die Längsform annimmt. Dabei bleibt entweder die Zelle einkernig oder sie entwickelt mehrere Kerne, so dass sie dadurch die Dignität einer Zellenreihe erhält. Die einkernigen Muskelzellen bleiben meist kurz und damit ihre Wirkung auf kleine Räume beschränkt, doch können sie, wie z. B. im schwangeren Uterus, auch sehr bedeutende Grösse erlangen (Fig. 37 und 38). Die mehrkernigen Muskelfasern erreichen bei dem Menschen stets eine sehr bedeutende Länge.

Nur ein Theil der Bewegungen des menschlichen Organismus bedarf zu ihrem Zustandekommen den Anstoss eines Willensactes. Die Bewegungen bei dem Verdauungsvorgang und der Blutcirculation, die Auspressung der Drüsensecrete aus dem Innern der Drüseneinbuchtungen sind unwillkürliche Bewegungen. Sie werden von den unwillkürlichen oder organischen Muskeln verrichtet, welche eine Zusammenhäufung von einkernigen, durch eine mikroskopisch nicht direct sichtbare Zwischenmaterie vereinigten Muskelzellen sind. Das Plasma dieser Zellen hat die Eigenschaft der Contractilität in hohem Maasse, d. h. es ist im Stande, sich auf Reize, die ihm in normalen Fällen vom Nervensysteme vermittelt werden, zusammen zu ziehen, seinen Längsdurchmesser zu Gunsten des Querdurchmessers zu verkleinern. Die Zellenhülle, die übrigens an vielen dieser Muskelzellen nicht nachzuweisen ist, nimmt daran vermöge ihrer Elasticität nur einen passiven Antheil. Der Zellkern ist meist stäbchenförmig, lang und liegt central in der spindelförmigen Zelle. Die organische Muskelzelle ist im Mittel 0,04—0,09mm lang und 0,004—0,007mm breit, selten ist ihre Form relativ kürzer und breiter; im Durchschnitt erscheinen sie entweder walzenförmig oder abgeplattet.

In dem Protoplasma der unwillkürlichen Muskelzellen finden sich Körnchen, welche sich optischen Hülfsmitteln gegenüber verschieden von der anderen

Inhaltsmasse verhalten: sie brechen das Licht doppelt. Diese doppeltbrechenden Körperchen zeigen hier nur selten eine regelmässigere Anordnung, wodurch der Muskelzelleninhalt eine zarte Längsstreifung erhält; in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle sind sie ganz unregelmässig gestellt, so dass der Inhalt ein fast homogenes, glattes Aussehen besitzt. Man nennt danach die unwillkürlichen Muskeln auch glatte Muskeln.

Um willkürliche, rasche Kraftäusserungen hervorzubringen, hat die Natur jene oben erwähnten, mehrkernigen, langgestreckten Muskelzellen benutzt. Eine scharfe Grenze zwischen den beiden Muskelarten kann nach den neueren Erfahrungen nicht mehr gezogen werden. Die willkürlichen Muskelfasern oder Muskelprimitivcylinder sind von einer structurlosen Membran umschlossen, sie trägt den Namen Sarkolemma oder Myolemma. Gewöhnlich an der Innenfläche des Sarkolemma liegen in bedeutender Anzahl rundliche oder verlängerte Zellenkerne in regelmässigen Abständen an. Meist haben diese Muskelfasern die Form von langgestreckten Spindeln oder Walzen. Der Inhalt des Sarkolemmschlauches, das umgewandelte Protoplasma der willkürlichen Muskelzellen, hat die Fähigkeit der Contractilität in noch höherem Maasse, als das der willkürlichen. Die hier in grosser Anzahl vorkommenden doppeltbrechenden Körperchen besitzen eine sehr regelmässige Anordnung in Querreihen, wodurch eine regelmässige Querstreifung des Muskelinhaltes entsteht. Man nennt danach die willkürlichen Muskeln auch quergestreifte. Das Herz der Säugethiere und des Menschen, obwohl ein unwillkürlicher Muskel, besteht ebenfalls aus quergestreiften Fasern. — Die Primitivmuskelcylinder lagern bündelweise an einander, durch zarte bindegewebige Membranen, Perimysium, umschlossen und zusammengehalten zu primitiven Muskelbündeln. Diese sind wieder zu mehreren von Bindegewebe umkapselt und stellen so die makroskopischen Muskelbündel dar, aus welchen sich die willkürlichen Muskelbündel zusammengesetzt erweisen. Die quergestreiften Muskeln zeigen hier und da, z. B. im Herzen, Verästelungen und Anastomosen. (Näheres cf. Cap. XI u. XIX.)

Fig. 37.



Muskulöse Faserzelle aus dem Dünndarm des Menschen. a stäbchenförmiger Kern. Starke Vergrösserung.

Fig. 38.



Muskulöse Faserzelle aus der fibrösen Hülle der Milz des Hundes. 350mal vergr.

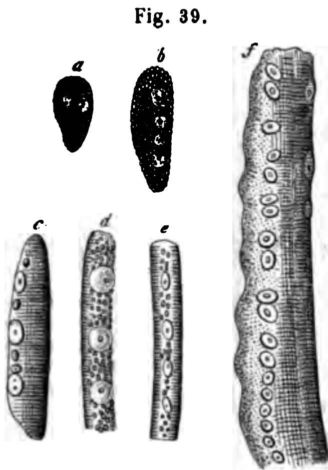
[L. Ranvier unterscheidet die quergestreiften Muskeln weiter als „rothe" und „blasse" Muskeln. Die beiden Arten sind besonders deutlich und leicht bei Kaninchen zu unterscheiden. Die »blassen« Muskeln nähern sich in ihrem physiologischen Verhalten mehr den glatten. (Die Zeit der latenten Reizung ist bei den blassen Muskeln 4mal grösser als bei den rothen. Bei einer Geschwindigkeit der Unterbrechungen des electrischen Stromes, welche

den rothen Muskel zu constantem Tetanus reizt [55—357 Unterbrechungen in der Min der blasse Muskel Einzelzuckungen, je einem einzelnen der einwirkenden electris entsprechend.) Der Grund des verschiedenen physiologischen Verhaltens dieser be kelarten ist höchst wahrscheinlich ein chemischer, begründet in der verschieden rungsenergie mehr (rother) oder weniger (blasser) thätiger Muskeln, welcher sich r bei zahmen Thieren geltend macht (E. MEYER) (cf. Mechanik und Chemie der Muske

Sehne. Das Sarkolemma geht direkt in die Sehne über (LEYDIG, G. R. WAG Sehne steht mit dem Protoplasma und dem Sarkolemma des Muskels in engster Ve Das zur Sehne gewordene Sarkolemma ist in der Jugend strukturlos und dünn. später dicker wird, treten von den Muskelfibrillen ausgehende, fibrillenartige Strei auf, welche endlich isolirbar werden.

Zur Entwickelungsgeschichte. — Die Muskulatur entsteht aus dem m Keimblatte. Die glatten Muskelfasern entstehen durch Umwandlung kug dungszellen mit kugeligem Kern. Auch die quergestreifte Muskelfaser Anderes, als eine zu grosser Länge ausgewachsene Spindelzelle, die sich ebenfalls kugeligen Bildungszelle entwickelt hat. Die Entwickelung derselben ist bei dem und den übrigen Wirbelthieren analog. Die Bildungszellen des Froschembryo körnchenreichen Protoplasma wachsen mit Ker die sich mehrfach wiederholt. Die Kerne lag der Längenrichtung der spindelförmig ausw Zelle unter einander. An Stelle des zuerst Protoplasmas tritt in der Folge die normale Qu auf (FREY) (Fig. 39).

Fig. 39.



Entwickelungsstufen der Bildungszellen des quergestreiften Muskelfadens vom Frosch nach REMAK.

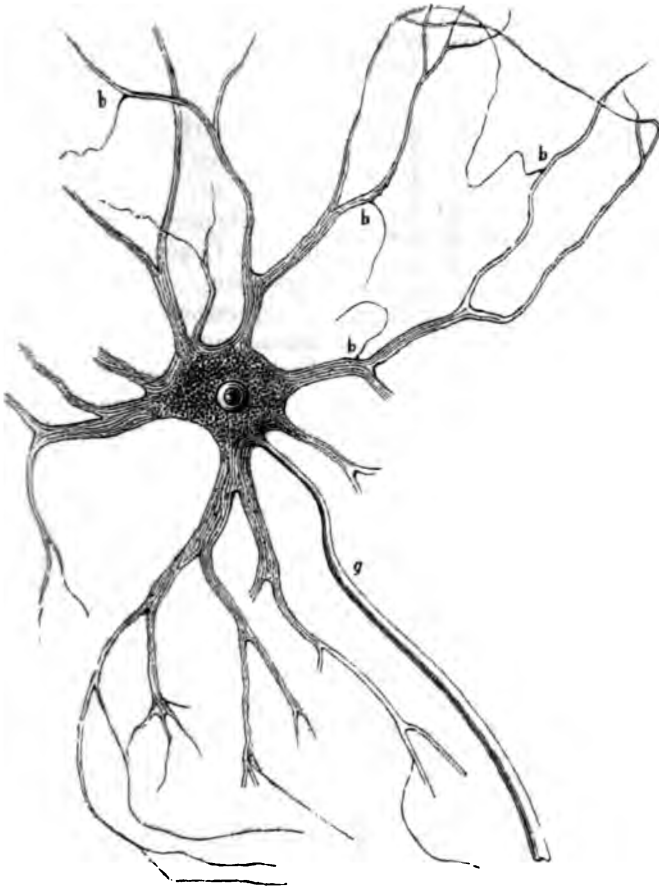
Zur vergleichenden Anatomie. — E schen bilden glatte Muskelfasern vor Muskelhäute der Hohl- und Röhrengebilde de lichen Körpers: des Darms, der Harnorgane, gefässe, der Respirations- und Geschlechtso Auge sind die Fasern der Pupillarmuskeln gl im Innern vieler Organe kommen mehr od zahlreiche glatte Fasern vor: in der Milz, in zotten, an den Haarbälgen der Haut, an den und Ohrenschmalzdrüsen. Die Tunica dartos d sacks, Warzenhof und Brustwarze verdanken tractilität diesen Muskelzellen.

Bei den Säugethieren vereinigen sich glat fasern an einigen Stellen zu grossen Muskeli z. B. der Mastdarmruthenmuskeln. Die o Muskeln stehen häufig mit Sehnen aus elastischem Gewebe in Verbindung, wie das KÖLLIKER an den Trachealmuskeln und Hautfedermuskeln der Vögel aufgefunden wu beim Menschen kommen derartige Sehnen an glatten Muskeln vor. Die Herzen de Amphibien und Fische haben glatte Muskulatur, während die Lymphherzen z. B. quergestreifte Fasern zeigen. Bei den Wirbellosen (Scheibenquallen, Cephalopoden, phoren, im Herzen der Gasteropoden) finden sich die einkernigen Muskelzellen zie breitet und bilden, wo sie vorkommen, auch die willkürliche Muskulatur. Oft zei neben specifischen Eigenthümlichkeiten Uebergänge zu den quergestreiften Fasern. kommen der quergestreiften Fasern ist bei den Wirbelthieren nicht ganz Menschen gleich. Es finden sich solche im Magen von Cobitis fossilis, im Darm chrysitis, in den Hautmuskeln vieler Wirbelthiere, an den Spürhaaren der S der unteren Hohlvene von Phoca, an den pulsirenden Venen der Flughaut pteren, im Auge der Vögel und beschuppten Amphibien. Die Herzen der Glieder stehen aus quergestreiften Elementen (LEYDIG).

Nervengewebe.

Die normalen Antriebe zur Bewegung des Muskelsystems, zur Absonderung der Drüsen, die Vorgänge der Empfindung, sowie die sogenannten Seelenthätigkeiten haben ihre materielle Grundlage im Gehirn und Rückenmark und in den zu diesen centralen Nervengebilden gehörenden peripherischen Nerven nebst ihren physiologischen Endapparaten. Die Hervorbringung dieser höchsten animalen Thätigkeiten basirt auf den Nerven- oder Ganglienzellen. Diese haben meist ein blasses, farbloses Ansehen (Fig. 40). Manchen scheint eine

Fig. 40.



Centrale Nervenzelle (nach Deiters).

eigentliche Zellmembran zu fehlen. In ihr Protoplasma sind zahlreiche Körnchen eingestreut, die in manchen Fällen eine gelbliche oder bräunliche Färbung zeigen, so in dem gelben Flecke der Netzhaut des Auges. Der Kern ist deutlich, gross, rund mit einem oder mehreren Kernkörperchen. Die Grösse der Ganglienzellen ist sehr wechselnd, sie kann so bedeutend werden, dass sie sich mit

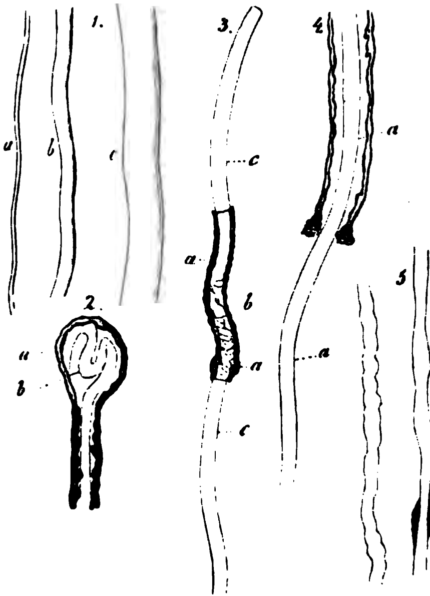
freiem Auge als weisse Punkte unterscheiden lassen, von 0,007—0,08
Das, was sie vorzüglich vor anderen Zellenformen auszeichnet, ist das m
Ueberwiegen langer Zellenfortsätze über die Zelle selbst. Von verschie
Seiten und in verschiedener Anzahl gehen solche Fortsätze: z. Thl.
venfasern, von der Nervenzelle ab, erreichen z. Thl. die Länge eines
und darüber, wobei sie, gleichsam selbständig geworden, in grosser Anzahl
Bindegewebe zu einem Nervenstamme vereinigt aus den centralen Ne
massen, dem Gehirn und Rückenmark hervortreten. Jeder der vielen I
welche sich zu einem Nerven vereinigt finden, steht mit einer Nervenze
anatomischer und functioneller Verbindung.

Gehirn und Rückenmark bestehen aus einer Zusammenhäufung von
lienzellen und Nervenfasern, eingebettet und zusammengehalten durc
eigenthümliches Gebilde aus der Gewebsgruppe der Bindesubstanz. Di
mittelung des Bewegungsantriebe
der Empfindung zwischen Gehir
Rückenmark geschieht durch V
dungsfäden der Nervenzellen unte
welche aus den einzelnen Zelle
feingegliederte Kette der Nervenb
in dem Centrum der Seelenthät
herstellen.

Verschiedene Ganglienzelle
sitzen eine verschiedene Anzah
Ausläufern, und man bezeichn
Zellen nach der Zahl ihrer Ausläu
unipolare, bipolare oder multi
Zellen; auch die Form der
schwankt, sie können rund, birnf
spindel- und sternförmig sein.

Ein Theil der Ausläufer de
tralen Nervenzellen verästelt sic
löst sich schliesslich zu ganz
Fasern auf, Protoplasmaforts
andere, z. B. bei vielen Nerven
des Gehirns ein Ausläufer von
Zelle, zeigen nach kurzem Verla
typischen Bau der peripherische
venfasern: Axencylinderfor
(Deiters). Die peripherischen
venfasern besitzen eine de
Membran, welche einen, wie es sc
zähflüssigen Inhalt einschliesst, d
den sogenannten dunkelrand
Fasern eine Zusammensetzun
zwei verschiedenen Substanzen

Fig. 41.



Nervenfasern bei 350maliger Vergrösserung. 1. Vom Hunde und Kaninchen im natürlichen Zustande, a feine, b mitteldicke, c grobe Faser aus peripherischen Nerven. 2. Vom Frosche mit Serumzusatz, a durch Druck herausgepresster Tropfen, b Axencylinder in demselben in die Röhre sich fortsetzend. 3. Vom Rückenmark des Menschen frisch mit Serum. a Hülle, b Markscheide doppelrandig, c Axencylinder. 4. Doppelrandige Faser des Ventriculus IV des Menschen; der Axencylinder a hervorstehend und in der Faser sichtbar. 5. Zwei isolirte Axencylinder aus dem Marke, der eine mit wellenförmigen Begrenzungen, der andere mit leichten Anschwellungen und etwas anhängendem Marke.

In der Mitte der Faser liegt ein weniger glänzender Strang, der soger
Axencylinder, umgeben von einer stark fettähnlich glänzenden Mass

(M)arkscheide. Bei manchen Fasern zeigt sich diese Markscheide, welche bei (d)em Tode des Nerven eigenthümlich-zackig-bröckelige Formen annimmt, nicht. (D)iesen Fasern fehlt das glänzende Aussehen der markhaltigen und damit die (d)unkele Contour, sie werden als blasse Nervenfasern beschrieben, ihr (In)halt scheint nur aus dem Axencylinder zu bestehen (Fig. 41). Sie kommen (n)amentlich in den Nervenendausbreitungen und im Sympathicus vor.

Auch ausserhalb des Gehirns und Rückenmarks in den sympathischen Ganglien finden sich Nervenzellen, Ganglienzellen, eingelagert, welche besonders den unwillkürlichen Bewegungen vorzustehen haben (cf. Sympathicus).

F. Boll hält den Axencylinder für flüssig oder halbflüssig und innerhalb des Marks noch von einer Art von häutiger Hülle direkt umgeben. Einen fibrillären Bau des Axencylinders hält er für im Leben nicht präformirt. Nach Fleischel soll die »Axencylinderflüssigkeit« in der lebenden Nervenfaser weit mehr als die Hälfte des Volums der ganzen Faser ausmachen. Kühne und Ewald erklären die Schwann'sche Scheide der Nerven für ein Endothelialrohr, welches seine Zellenleiber den Nerven zuwendet. Die markhaltigen Nervenfasern sollen ausserdem in »Hornscheiden« eingeschlossen sein, welche das Mark umgeben und auch in diesem selbst ein Zwischengerüste von Hornsubstanz darstellen. In marklosen Fasern sollen diese Hornscheiden fehlen.

Zur Entwickelungsgeschichte. — Gehirn und Rückenmark entstehen aus dem Mittelstreifen des obersten Keimblattes, welcher der Axenanlage des Embryo entspricht. Der Tractus olfactorius mit dem Riechkolben, der Sehnerv mit der primitiven Augenblase sind directe Produktion des centralen Nervensystems, eigentliche Gehirnorgane. Ueber die Entstehung der peripherischen Nervenfasern und ihren Zusammenhang mit den Nervenzellen sind die Untersuchungsakten noch nicht geschlossen. Nach der gewöhnlichen Annahme sollen die Ganglienzellen aus gewöhnlichen Bildungszellen entstehen, welche Fortsätze hervorwachsen lassen, mit denen sie mit benachbarten Zellen in Verbindung treten, und die z. Thl. zu Nervenfasern sich gestalten. Die neueren Beobachtungen scheinen wenigstens für den Axencylinder die Annahme zu rechtfertigen, dass er direct aus der Ganglienzelle hervor- und in die Gewebe, die er versorgen soll, hineinwuchert. Seitdem man die bedeutende Länge der quergestreiften Muskelfasern, die einer Zelle entsprechen, kennt, kann aus der Länge der Nervenfasern kein Einwurf gegen ihre Gehörigkeit zu einer Zelle mehr erhoben werden. In analoger Weise, wie man sich nach Schwann früher die Entstehung der Muskelfasern aus einer Reihe unter einander verschmelzender Zellen entstanden dachte, so dachte man sich auch die Nervenfasern aus verschmolzenen Spindelzellen hervorgehen, mit denen sich die Ausläufer der Nervenzellen nachträglich erst in Verbindung setzen sollten. Für die Bildung der kerntragenden äusseren Nervenhülle hält Kölliker vorläufig noch an dieser Ansicht fest, die für den nervösen Theil der Faser für unhaltbar erklärt wird. Die motorischen Kopfnerven, sowie die motorischen Wurzeln der Rückenmarksnerven scheinen (nach K.) direct aus dem Rückenmark und der Medulla oblongata hervorzuwuchern und entwickeln sich dann centrifugal weiter unter Mitbetheiligung von Elementartheilen des mittleren Keimblattes. Die Ganglien der Cerebrospinalnerven sowie des Sympathicus entwickeln sich selbständig aus dem mittleren Keimblatt und setzen sich erst in der Folge mit einander und mit dem Rückenmark in Verbindung. Die embryonalen Nervenfasern sind sehr viel dünner als die fertig gebildeten, sie erscheinen blass wie die marklosen Fasern.

Zur vergleichenden Anatomie. — Die Ganglienzellen der Wirbelthiere und des Menschen wechseln je nach ihren Standorten sehr bedeutend in der Grösse. Dasselbe ist bei den Wirbellosen der Fall. Muscheln, Insecten, Spinnen haben im Allgemeinen kleine und zarte Ganglienzellen; bei dem Flusskrebs, den Blutegeln und Schnecken beobachtet man sehr grosse; sie können eine solche Ausdehnung erlangen, dass man sie mit freiem Auge bequem sehen

kann. Mit Ausnahme von Petromyzon und den Leptocephaliden haben neben den blasse Fasern alle Wirbelthiere auch dunkelrandige, markhaltige, die den Wirbellosen ganz fehle deren Nerven Aehnlichkeit mit embryonalen Nerven besitzen, oder mit den Fasern des O factorius, die immer blass (grau) sind. Bei den Arthropoden kommen »kolossale Nervenfasern vor, mit einem centralen Faserbündel, beim Krebs fand Leydig zu diesen allmälige Uebe gänge mit grauen Fasern.

Die Entstehung der Organe.

Die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizelle führen, wie wir gesehe haben, zur Bildung der drei Keimblätter, der blattartig über einander geschich teten, anatomisch-physiologischen Anlagen der functionell verschiedenen Ge webe. Wir haben noch einen Blick zu werfen auf die Vorgänge, durch welch sich aus den blattartigen Anlagen die Körpergestalt des Menschen, seine Organ und Organgruppirungen herausbilden.

Im Allgemeinen bildet sich die flache Embryonalanlage zu einem (mehr fachen) Doppelrohre um, indem zuerst in der Mittellinie der äusseren Fläche der Embryonalanlage eine Furche entsteht, deren Ränder sich erheben, einander zuneigen und schliesslich zu einem Rohre, dem Medullarrohr, ver wachsen, welches die Anlage des Gehirns und Rückenmarks des Embryo dar stellt. Ihr inneres Lumen wird zum Rückenmarkscanal mit den Hirnhöhlen. A diese obere animale Röhre schliesst sich die Bildung der unteren vegetativen Röhre (Leibeshöhle mit Brust und Bauch) an, deren inneres Lumen das Lumen des (geradegestreckt zu denkenden) Darmrohrs darstellt, an das sich als Aus buchtungen die meisten Drüsen anschliessen. Die Anlage der vegetativen Röhre bildet sich an der unteren Fläche der Embryonalanlage, indem die Seitenplatten des obersten Keimblattes mit den anliegenden beiden anderen Keimblättern nach unten sich wölben, von allen Seiten gegen einander wachsen und schliess lich so verschmelzen, dass nur noch der Nabel als einzige Lücke offen bleibt. Die bleibenden Leibesöffnungen am oberen und unteren Körperende entstehen erst durch spätere Bildungsvorgänge, die zu Durchbrüchen führen.

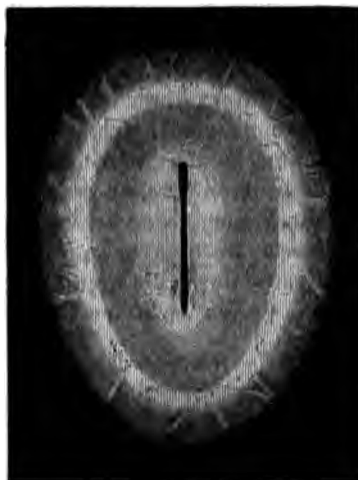
Der Embryo schnürt sich durch die Bildung seines vegetativen Leibesrohres unter fortschreitendem Wachsthum zunächst am Kopfende, dann auch seitlich und hinten von dem peripherischen Theil der Keimhaut ab. Nachdem sich zu nächst durch vorwiegende Entwickelung das vordere Leibesende zum Kopf ge staltet und eine Spaltung der Seitenplatten in Leibeswand und Darmwand ein tritt, wodurch die grossen vorderen Leibeshöhlen angelegt werden, ist der Leib des Embryo in der ersten Anlage fertig. Durch die Entstehung des Herzens und der ersten Blutgefässe im mittleren Keimblatte und durch den Beginn der Cir culation des neu entstandenen, embryonalen Blutes gibt sich der Embryo nun schon als ein geschlossener, höherer Organismus zu erkennen.

Baer bezeichnete diese aus den Keimblättern sich bildenden Hauptröhre als Fundamentalorgane. Aus dem oberen Keimblatt entwickelt sich: di Hautröhre und die Röhre des Centralnervensystems; aus dem Mittelblatt, welche bald seitlich in zwei Blätter sich spaltet, entsteht einerseits die Doppelröhre d Knochen- und Muskelsystems, andererseits das umhüllende Röhrengebilde f die aus dem unteren Blatte sich bildende Röhre des Darmepithels. Auch d fertige Wirbelthier-Organismus zeigt, wenn wir von den Extremitäten absehe

leichen typischen Bau aus den zusammengefügten Röhren, aus denen der yo sich construirt.

)ie Entwickelung des Fruchthofes zur yonalanlage schreitet bei dem Säugethierei ioff) in folgender Weise vor. Die Keim- erreicht einen Durchmesser von über ı, gleichzeitig wächst durch Vergrösse- ler mittleren Keimschicht der Fruchthof, s zeigt sich nun als erste Andeutung der ıg des Embryo ein Gegensatz zwischen helleren Mitte: Area pellucida, dem sichtigen Fruchthof, und einem dunkleren aum: der Area opaca, dem dunklen thof. Nun nimmt der runde Fruchthof hst eine länglich runde Gestalt an, dann iförmige. In diesem Stadium erscheint mbryonalanlage als ein längliches, eres Schildchen, Axenplatte (Remak), r Mitte des Fruchthofes, in dessen Mitte chmale, die Enden des Schildchens nicht hende Furche, die Primitivrinne, eint. Die Embryonalanlage wird nun hst schwach leierförmig, umgeben mit n hellen Hofe, der Fruchthof nimmt wieder ınde Gestalt an (Fig. 42).

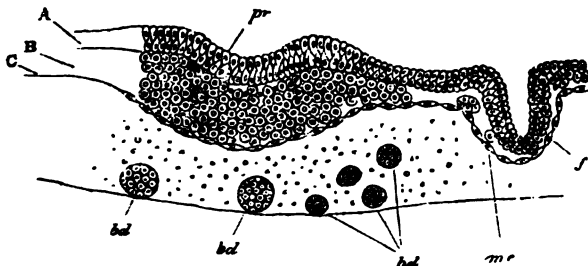
Fig. 42.



Fruchthof der Keimblase eines Kaninchens, etwa 10mal vergr. Der weisse Rand ist die Area opaca, die dunklere breitere Zone die Area pellucida. In dieser zeigt sich die Embryonalanlage mit der Primitivrinne. Nach Bischoff.

Die älteren Autoren haben mit der Primitivrinne, welche nach den neueren achtungen als eine ziemlich rasch vergängliche Bildung erscheint und nicht

Fig. 43.



t durch eine Keimhaut, rechtwinkelig zur Längsaxe des Embryo, nach 8stündiger Bebrütung. (Aus der wischen Vorder- und Hinterende). *A* Hautsinnesblatt, *B* Mittelblatt, *C* Darmdrüsenblatt, *pr* Primitivstreif, n in der Keimhaut, wahrscheinlich durch die Einwirkung der Chromsäure entstanden; *mc* Zellen des Mittel- die Bezeichnungslinie soll in einer der peripherischen Zellen zwischen Hautsinnes- und Darmdrüsenblatt ; *bd* Bildungszellen. Die bemerkenswerthesten Theile des Schnittes sind: 1. Die Verdickung des Mittel- nter der Primitivrinne, während es seitwärts derselben kaum vorhanden ist. 2. Das Darmfaserblatt ist s eine einfache Lage spindelförmiger Zellen entstanden. 3. Die sog. Furchungshöhle, mit geronnenem eiss angefüllt. Die Trennungslinie zwischen Hautsinnes- und Mittelblatt ist etwas zu stark angegeben.

inem bleibenden Organe wird, die Bildung der Rückenfurche oder rinne in nähere Beziehung gebracht, die letztere fälschlich als eine Art ntwickelung der ersteren betrachtet. In der Umgebung der Primitivrinne

(Primitivstreif) zeigen sich das Hautsinnesblatt und namentlich das Mittel blatt verdickt, sie erheben sich hier leichtgewölbt über das allgemeine Nivea und dringen auch nach unten tiefer in die Dottermasse ein. Die Primitivrinn erscheint als Einsenkung des Hautsinnesblattes auf der Höhe der äusseren Er hebung der Embryonalanlage, jedoch nimmt auch das Mittelblatt an dieser Ein senkung Theil (Fig. 43). Das Darmdrüsenblatt zeigt sich histiologisch unver ändert. Direkt unter der Rinne zeigen jetzt oberes und Mittelblatt eine Art vo unvollkommener Verschmelzung, His' Axenstrang. Die Entstehung der Hirn rückenmarksröhre wird (beim Hühnchen, Foster und Balfour) zuerst durc einen dunklen Streifen an dem Vorderende der Primitivrinne angedeutet, de mit einer nach vorne convexen halbkreisförmigen Falte: der Kopffalte, ab schliesst. Durch Erhebung der seitlichen Ränder dieses Streifens entsteht ein nach vorne durch die Kopffalte geschlossene, nach hinten sich etwas erweiternd Rinne, welche zwischen ihre nach hinten divergirenden Schenkel die Primitiv rinne aufnimmt. Die seitlichen Erhebunge dieser zweitgebildeten Rinne sind die Rü ckenwülste, laminae dorsales, die Rinn selbst die Rückenfurche oder Mark rinne, welche durch Zusammenneigun ihrer Ränder sich bald zur Hirnrückenmarks röhre schliesst, während die Primitivrinn sich allmählig zurückbildet und verschwindet Schon in dieser Periode tritt vor der Kopf falte noch eine zweite kleine Falte auf, di erste Andeutung der Amnionfalte, welch den Embryo schliesslich ganz umwächst (Fig 43a). Unter der Rückenfurche entsteht durc Differenzirungsvorgänge im Mittelblatt zwi schen Hautsinnes- und Darmdrüsenblatt ei etwas abgeflachter, stabförmiger Strang: di Rückensaite oder Chorda dorsalis; seitlich von ihr zeigt sich das Mittelblatt jederseits verdickt. Die Chorda dorsalis wird später knorpelig und ist der Vorläufer der bleibenden Wirbelsäule. Ihr vorderes Ende spitzt sich zu, das hintere verdickt sich spin delförmig. Die seitlichen Theile des mitt leren Keimblattes neben der Chorda dorsalis werden als Urwirbelplatten bezeichnet der mittlere Theil des oberen Blattes, sowei dasselbe in die Rinne der Rückenfurche hin eingezogen ist, als Medullarplatte, di Seitentheile der Embryonalanlage heisse von dem oberen Blatt: Hornblatt, vo dem mittleren: Seitenplatten. Doch is eine scharfe Trennung in diesem Entwicke lungsstadium noch nicht gegeben. Ein

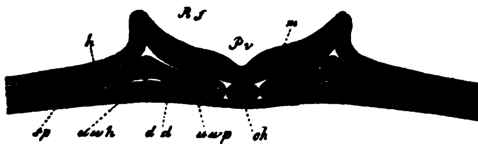
Fig. 43 a.

Flächenansicht des hellen Fruchthofs einer Keimhaut von 18 Stunden. Der dunkle Fruchthof ist weggelassen; der birnförmige Umriss bezeichnet die Grenzen des hellen Fruchthofs. Am hintern Ende sieht man die Primitivrinne *pr* mit parallelen, gerade nach hinten verlaufenden Rändern, die vorn sich gegen einander umbiegen und sich vereinigen, wodurch die Furche in der Mitte des Fruchthofs deutlich endigt. Ueber dieser Primitivrinne liegt die Rückenfurche *mc* mit den Rückenwülsten *A*. Diese gehen hinten auseinander und krümmen sich auf beiden Seiten der Primitivrinne nach aussen, vorn verschmelzen sie dagegen dicht vor einer gebogenen Linie, welche die Kopffalte vorstellt. Die zweite vor der letzterwähnten liegende Falte ist die entstehende Amnionfalte.

Differenzirung im unteren Keimblatt (Darmdrüsenblatt) ist noch nicht erfolgt (Fig. 44).

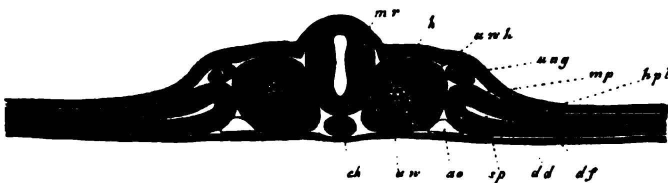
Indem die Ränder der Rückenfurche emporwachsen und sich gegen einander neigen, kommt es zu einer Berührung und endlich Verwachsung der in den Rückenwülsten erhobenen Ränder der Medullarplatte und der angrenzenden Theile des Hornblattes, so dass aus der mittleren Partie des **sensoriellen Blattes** (der Medullarplatte) ein geschlossener Canal hervorgeht, über welchen sich die Hornplatten, die seitlichen Theile des sensoriellen Blattes, von einer Seite zur andern herüberziehen. Auch die Urwirbelplatten wuchern gleichzeitig empor, es kommt aber noch nicht zu einer vollkommenen Umwachsung des neugebildeten Medullarrohres, über dessen halbe Höhe sie zunächst hinausreichen. Die Verwachsung des Medullarrohres beginnt in der künftigen Nackengegend und schreitet von hier nach vorn und hinten fort, am spätesten erfolgt der Verschluss am hinteren Ende (Figg. 44, 45).

Fig. 44.



Querschnitt durch die Anlage eines Hühnerembryo vom Ende des ersten Tages, 90—100mal vergr. *ch* Chorda; *uwp* Urwirbelplatte mit einer Spalte *uwh*, vielleicht der ersten Andeutung der spätern Höhle der Urwirbel; *sp* Seitenplatten mit den Urwirbelplatten hier noch verschmolzen, *dd* Darmdrüsenblatt, *h* Hornblatt, *m* Medullarplatte. Beide zusammen sind in eine starke Falte, die Medullarwülste oder Rückenwülste, erhoben, die die breite Rückenfurche *Rf* begrenzen, in deren Mitte noch die Primitivrinne *Pr* sichtbar ist.

Fig. 45.



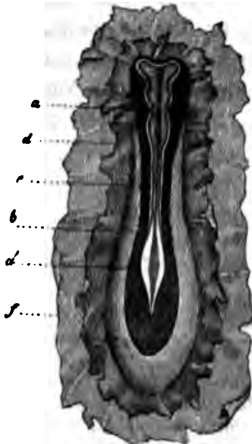
Querschnitt durch einen Hühnerembryo vom zweiten Tage, 90—100mal vergr. *dd* Darmdrüsenblatt, *ch* Chorda, *uw* Urwirbel, *uwh* Urwirbelhöhle, *ao* primitive Aorta, *ung* Urnierengang, *sp* Spalte in den Seitenplatten (erste Andeutung der Pleuroperitonealhöhle), die durch dieselbe in die Hauptplatten *hpl* und Darmfaserplatten *df* zerfallen, die durch die Mittelplatten *mp* unter einander zusammenhängen, *mr* Medullarrohr (Rückenmark), *h* Hornblatt, stellenweise verdickt.

Am vorderen Ende der sich zum Medullarrohre vereinigenden Rückenfurche bilden sich blasige Auftreibungen: **Hirnblasen**, die Anlage der Hauptabschnitte des Gehirns, und nahe am hinteren Ende eine Erweiterung: der **Sinus rhomboidalis**. Nach der Anlegung der Rückenfurche entstehen etwa ihrer Mitte entsprechend im Mittelblatte neben der Chorda dorsalis durch Ausbildung schmaler Spalträume in den Urwirbelplatten die etwa würfelförmigen **Urwirbel**. Sie zeigen sich von oben gesehen zunächst als 2 oder 3 Paare vierseitiger, dunkler, durch helle, schmale Zwischenräume von einander getrennte Flecken, die sich bald, indem neue Paare meist **hinter**, einige (2—3 Paar) aber auch vor den ersten entstehen, vermehren. Sie sind die Anlagen und Vor-

läufer der Wirbelsäule und ihrer Muskeln und der Nervenwurzeln. Die erste Urwirbel entsprechen dem dritten oder vierten Halswirbel. Daraus ergibt sich dass die Hälfte der Embryonalanlage auf den Kopf, etwas über ein Viertel a die vordere Halsgegend und das letzte Viertel auf die gesammten untere Körperabschnitte trifft (Figg. 45 und 46).

Die Bildung der vegetativen Röhre, des Bauches im weitesten Sinn des Wortes, geschieht in der Weise, dass die Seitenplatten nicht nur von rechts nach links sich zusammenneigen, sondern vor allem auch zunächst von vorn nach hinten und von hinten nach vorn zu wuchern beginnen und also von allen Seiten nach unten concentrisch vorrücken, um sich endlich nicht in einer gemeinsamen Längsnaht wie die Rückenfurche, sondern in einer kleinen Kreisfläche, dem Nabel, zu vereinigen. Dadurch schnürt sich der nach unten rinnenförmig werdende Embryo von der Eiblase mehr und mehr ab. Die Abschnürung (Kopffalte) beginnt zuerst am Kopfende, indem die Seitenplatten, hier mit den Urwirbelplatten zu den Kopfplatten verschmolzen, von vorn und von den Seiten her mit ihren Rändern nach unten gegen den Dotter zu sich gegen einander krümmen. Dadurch hebt sich das Kopfende der Embryonalanlage von dem Fruchthofe ab und bildet sich auf der Unterfläche der Embryonalanlage eine kleine, nach vorn geschlossene Höhle: Kopfdarmhöhle (Fovea cardiaca, Wolff). In analoger Weise (zunächst durch Entwickelung einer der Kopffalte analogen Schwanzfalte) entsteht später am hinteren Ende der Embryonalanlage die Beckendarmhöhle, und nun beginnen sich auch die Ränder der Seitenplatten nach abwärts zu krümmen. Man pflegt jetzt die Gestalt der Embryonalanlage mit einem Schuh zu vergleichen (Fig. 47). Man denkt sich dabei als vorderes Blatt des Schuhes die Kopfdarmhöhle, der Fersentheil ist die seichtere Beckendarmhöhle, die Seitenwände des Schuhes werden durch die sich gegen einander krümmenden Ränder der Seitenplatten gebildet, die Ränder der schuhförmigen Anlage gehen in die Keimblase über. In diesem Stadium ist der Nabel noch sehr weit, er ist die weite Oeffnung der schuhförmigen Anlage, von ihm aus gelangt man nach vorn durch den vorderen Darmeingang in die Kopfdarmhöhle, nach hinten in die Beckendarmhöhle durch den hinteren Darmeingang.

Fig. 46.



Embryonalanlage eines Hundeeies, etwa 10mal vergr. Nach Bischoff. *a* Rückenfurche, hier mit 3 Erweiterungen und 2 Einschnürungen, Andeutungen der aus diesem Theile der Medullarplatte sich entwickelnden 3 Hirnblasen, *a'* Erweiterung der Rückenfurche in der Lendengegend (Sinus rhomboidalis), *b* Medullarplatte, *c* Seitenplatten, *d* äusseres und mittleres Blatt der Keimblase, *f* inneres Blatt derselben. In der Mitte sind sechs Urwirbel sichtbar, und in der Mitte der Rückenfurche sieht man die durchschimmernde Chorda dorsalis.

Schon vor der Bildung der Urwirbel aus den Urwirbelplatten beginnen die von den Urwirbelplatten noch nicht getrennten Seitenplattenmassen sich durch einen horizontalen Schlitz in zwei über einander liegende Schichten zu spalten auf die Urwirbelplatten erstreckt sich diese Spaltung nicht (Fig. 44). Die obere durch die Spaltung entstandene Schicht: Hautfaserblatt, legt sich dicht an das Hautsinnesblatt an und bildet mit ihm die Körperseitenplatte, di

Schicht: das Darmfaserblatt, tritt zu dem Darmdrüsenblatt und nit ihm die Darmseitenplatte. Die dadurch entstehende, mit Flüssich erfüllende Höhle ist die Anlage der grossen serösen Körperhöhle, später in mehrere Abschnitte zerfällt, man bezeichnet sie als Pleuronealhöhle.

dem vorderen Theile der Kopfdarmhöhle: der lhöhle bleiben die Seitenplatten (Schlundplat-ak's) ungespalten. Der hintere Theil der Kopfhle zeigt dagegen die besprochene Spaltungs-welche hier von den älteren Autoren als Herz-benannt wurde, da hier die ersten Anlagen rzens (cf. dieses), von der Darmfaserplatte abnd, auftreten.

Fig. 47.



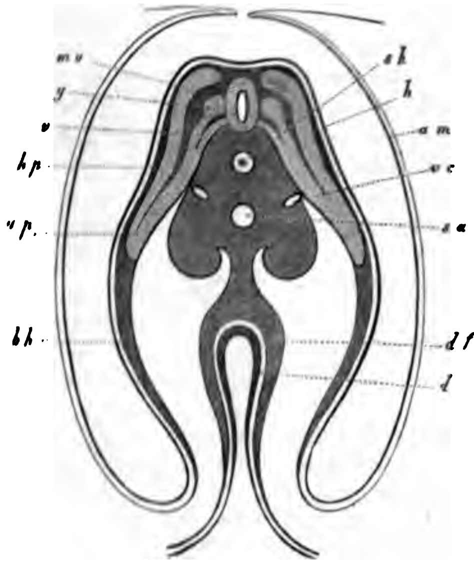
Derselbe Embryo, den Fig. 46 darstellt, von der Seite, *a* abgetrennte äussere Lamellen der Keimblase. Das Offenstehen der Rückenfurche und die Abschnürung des Kopfes sind deutlich.

g. 45 stellt die weiteren Stadien des Spaltungsgs der Seitenplatten in Hautfaserplatte ırmfaserplatte dar, dessen Anfänge Fig. 44 en lässt. Die Urwirbelplatten (resp. Urwirbel) on den gespaltenen Seitenplatten getrennt. ıssen verschmelzen beide Spaltungsplatten in getheilte mittlere Keimblatt des Fruchthofes, ınen verbinden sie sich bogenförmig und erdie Bezeichnung Mittelplatte, wo sie an ırbel, an die beiden primitiven Aorten und Urnierengänge angrenzen. Die Spaltungslücke ie ein spaltförmiger Canal durch den ganzen eil des Embryo und vereinigt sich am hinteren lesselben mit der der anderen Seite und vorn die oben beschriebene Herzhöhle, so dass ıbryonalanlage nur oben und in der Mittellinie ch später das Mesenterium zeigt) diese Spaltung nicht besitzt. Der Darm sich zunächst als eine rinnenförmige Eintiefung des Darmdrüsenblattes unterhalb der Chorda dorsalis: Darmrinne.

er Spaltungsprocess der Hautplatten schreitet eine Strecke weit über den h des Embryo heraus in den Fruchthof und den peripherischen Theil der ıaut vor. Die dem Embryo zunächst anliegenden Theile der Hautplatten ı sich, mit dem Hornblatt überzogen, gegen die Mittellinie zur Bildung der wand gegen einander, die peripherischen Theile dieser beiden Blätter ersich dagegen über den Embryo als Amnionfalte, um ihn endlich als ion ganz zu umschliessen. Indem die Mittelplatten nach innen wuund zu einer unpaaren Masse verschmelzen, aus der auch das Gekröse geht, wird durch das Dazwischenschieben der aus den Mittelplatten entden Gebilde das Darmdrüsenblatt, resp. die Darmrinne, von der Chorda is mehr und mehr abgeschoben. Die Verhältnisse, welche dadurch entn sind, demonstrirt die umstehende Zeichnung nach Remak (Fig. 48). Die ıöhle ist durch die Hautplatten *hp* (*bh*) fast geschlossen, die sich nach ı zur Amnionfalte erheben. Innerhalb der Bauchhöhle ist der stark rinnene Darmcanal, dessen Darmfaserplatte *df* und Drüsenplatte *d* in die

betreffenden Häute der peripherischen Keimschicht des **Dottersacks** (
Nabelblase übergehen. Befestigt wird der Darm durch ein Gekröse, (
einer vor der Chorda und der
der Wirbelsäule gelegenen Ma
vorgewucherten Mittelplatte
Gekrösplatten) ausgeht und (
unpaare Aorta *sa* und die C
venen *vc* einschliesst.

Fig. 48.



Querdurchschnitt durch den Rumpf eines 5tägigen Embryo in der Nabelgegend. Nach REMAK. *sh* Scheide der Chorda, *h* Hornblatt, *am* Amnion, fast geschlossen, *sa* secundäre Aorta, *vc* Venae cardinales, *mu* Muskelplatte, *g* Spinalganglion, *v* vordere Nervenwurzel, *hp* Hauptplatte, *up* Fortsetzung der Urwirbel in die Bauchwand (Urwirbelplatte, REMAK), *bh* primitive Bauchwand aus der Hautplatte und dem Hornblatt bestehend, *df* Darmfaserplatte, *d* Darmdrüsenblatt, beide hier, wo der Darm im Verschlusse begriffen ist, verdickt. Die Masse um die Chorda ist der in Bildung begriffene Wirbelkörper, die vor den Gefässen enthält in den seitlichen Wülsten die Urnieren und setzt sich in der Mitte ins Gekröse fort.

Auf diese Weise kommt
lich zur vollkommenen Absch
des Embryo von dem Re
Keimblase, der dann den
Nabelblase (bei Eiern m
rungsdotter: Dottersack) erh
immer enger werdende, sich
artig ausziehende Communi
öffnung der Bauchhöhle des
(Darmlumen) mit der Nab
heisst Nabelgang: Ductus o
entericus, die ringförmige A
rungsfalte **Nabel**.

Die wesentlichsten Differen
im Innern der Embryonalanlage f
mittleren Blatte zu. Die Ur
welche anfänglich als solide Zell
gate auftreten, zeigen bald einen
Spaltungsvorgang, wie die Seite
es entsteht eine sich später wie
füllende Höhle, deren obere Wand
besonderen Gebilde, der **Muskel**
wird, während der untere Theil als
licher Urwirbel fortbesteht.
Folge umwachsen die eigentlichen
die Chorda und das Rückenmark,
indem sich eine dünne Lamelle zwischen Rückenmark und Hornblatt einschiebt und
lich mit derjenigen der entgegengesetzten Seite verschmilzt: häutige Wirbelbogen od
Vereinigungshaut. Die Umwucherung der Chorda umschliesst zunächst die untere S
selben, später wächst ein dünnes Blatt zwischen Rückenmark und Chorda hinein. So
zunächst eine vollkommen zusammenhängende häutige Wirbelsäule mit einer Dopp
von der die obere das Rückenmark, die untere die Chorda umschliesst. In dieser
Wirbelsäule treten sofort neue Gliederungen auf, indem in den Abschnitten, welche
leren Theilen der früheren Urwirbel entsprechen, neue Trennungslinien auftreten, w
Grenzen der bleibenden Wirbelkörper bezeichnen. Jeder Urwirbel zerfällt dadurch
durch den Intervertebralknorpel geschiedene Hälften, je zwei an einander grenzende
vereinigen sich zu einem bleibenden Wirbelkörper. Bald nach der Schliessung der
Bogen über dem Rückenmark entwickelt sich in denselben die Anlage der Knorpelb
vorderen und hinteren **Nervenwurzeln** sammt den **Spinalganglien**.

Auch zur Ausbildung der **Bauchwand** tragen die Urwirbel auf das Wesentlic
Die ursprüngliche Bauchwand besteht aus dem Hornblatte und der äusseren Spaltung

der Seitenplatten, von denen die innere zur Darmfaserschicht, zum Gekröse etc. sich umgebildet hat. Der äusseren Spaltungslamelle der Seitenplatten gibt man den Namen: Hautplatten. Sie verwachsen mit den Urwirbeln, und nun beginnen die Muskelplatten, die Spinalnerven und die Wirbelbogen (Rippenanlage etc.) (Bestandtheile, in welche sich der Urwirbel nach der obigen Darstellung differenzirte), die zusammen als Bauchplatten benannt werden, in die Hautplatten hineinzuwuchern, wodurch die Hautplatten in eine dickere äussere (Cutis) und in eine dünnere innere Lamelle (Auskleidung der Pleuroperitonealhöhle) gespalten werden (cf. Abbildung Nr. 48). Die Bauchwand besteht nun aus folgenden Schichten: 1) dem Hornblatt (vom Hautsinnesblatte), der Anlage der Epidermis; 2) der äusseren, dickeren Lage der Hautplatten (der oberen Spaltungslamellen der Seitenplatten vom mittleren Keimblatte), der Anlage der Cutis; 3) der von dem Urwirbel abgespaltenen fortgewucherten Muskelplatte oder der Anlage der visceralen Muskeln, z. B. Intercostales etc.; 4) und 5) der in einer Schicht liegenden, auch von den Urwirbeln stammenden Anlage der Rippen und Intercostalnerven und 6) der inneren Schicht (in der Abbildung unter *up* nur als Linie dargestellt) der Hautplatte oder der Anlage der serösen Auskleidung der Pleuroperitonealhöhle. Lange ehe die Elemente der Bauchplatten die vordere Mittellinie des Bauches erreicht haben, verknorpeln die Rippenanlagen und bilden sich die einzelnen, bleibenden Muskeln aus. Sie schieben sich durch fortschreitendes Wachsthum in der ursprünglichen Bauchwand (Hautplatten) weiter, bis sie entweder, wie die Mm. recti abdominis, in der vorderen Mittellinie des Bauches sich berühren oder, wie die Rippen (mit dem Brustbein), selbst verwachsen.

Der Rücken wird dadurch vollendet, dass in den häutigen Bogen die verknorpelnden Wirbelbogen einander entgegenwachsen und in der späteren Folge verschmelzen. Auch die Hautplatten vereinigen sich in der Mittellinie, zu der sie, wie auch die Muskelplatten, von beiden Seiten heraufwuchern; aus ihnen entstehen Knochen, Muskeln, Nerven und Rückenhaut.

Die Extremitäten zeigen sich zuerst als Verdickungen der Hautplatten, die als kleine Stummel hervortreten, an deren Ende (Remak) eine bedeutende Verdickung des sie überziehenden Hornblattes auffällt. Bei der weiteren Entwickelung wuchert in diese Anlage ein Auswuchs der Urwirbel hinein, an welchem sich die Muskelplatte und der Spinalnerv zu betheiligen scheinen. Die in die Extremitätenanlage hineinwuchernden Nerven erscheinen im Anfange als verhältnissmässig ungemein mächtige Bildungen.

Am Kopfe und Halse tritt keine Trennung der Urwirbelplatten und Seitenplatten in Urwirbel ein. Es finden sich am Kopf keine Urwirbel und auch in der Folge, so lange er noch knorpelig ist, keine Wirbelabtheilungen oder Wirbelbögen. Früh umwachsen in analoger Weise wie bei der Bildung der Wirbelsäule die Urwirbelplatten die Chorda von oben und unten, und später auch das Gehirn, wodurch eine zunächst häutige Schädelkapsel gebildet wird, die sich in der Folge in einen äusseren Theil, die Schädelhaut, und in einen inneren, die knöcherne Schädelkapsel, differenzirt. In den Wänden der Bauchseite des Kopfes und Halses (aus Hornblatt und Seitenplatten bestehend) erleiden die mit den Urwirbelplatten verschmolzenen Seitenplatten eine von ersteren ausgehende Verdickung, welche die vordere Mittellinie zuerst nicht erreicht. Dann bilden sich seitlich je 4 Spalten: Schlund- oder Kiemenspalten (begrenzt von den Kiemenbogen), welche von aussen bis in den Schlund führen, und aus der ersten dieser Spalten — unter dem Ende des Gehirns, in der unteren Mittellinie — entsteht durch Einbuchtung und Durchbrechen von aussen der Mund. Die Theile, welche die erste, zweite und dritte Spalte von vorn her begrenzen, verdicken sich und erhalten die Bezeichnung Schlundbogen. Bei dem Säugethier sind vier vorhanden.

(Fig. 49.) In der beistehenden Figur eines Hundeembryo hat man das Herz und den Raum zwischen den Kiemenbogen von einer dünnen Haut, der primitiven Brustwand, bedeckt zu denken. Die drei ersten Kiemenbogen sind am Ende kolbig und erscheinen als gegen einander gekrümmte, rippenähnliche Bogen. Während die ersten Bogen sich berühren (Unterkieferfortsatz), weichen die folgenden mehr von einander ab, nur verbunden durch die ursprünglich dünne Halswand, welche hier die primitiven Aortenbogen deckt. Am ersten Kiemenbogen findet sich ein kleiner Ausläufer: Oberkieferfortsatz, welcher nach oben den Mund umgibt.

Von den Kiemenspalten bleibt für das spätere Leben nur die erste bestehen, welcl äusseren und mittleren Ohr wird. Ein Theil der Kiemenbogen verschwindet, ein a Theil verwandelt sich in länger oder ganz sich erhaltende' den »MECKEL'schen Fortsatz«, der bei Embryonen vom Hı aus in den Unterkiefer sich erstreckt, ein ziemlich starker drischer Knorpelstrang, der wie später der sich von ihm tende Processus Folianus mit dem Hammer sich verbind schwindet im achten Monat. Er entsteht aus dem ersten Ki bogen. An der Aussenseite des MECKEL'schen Fortsatzes eı 1) der Unterkiefer. 2) Hammer und Ambos sind Entwicke des Unterkieferfortsatzes des ersten Kiemenbogens. Sein kieferfortsatz liefert 3) die Gaumen- und Flügelbeine. Der Kiemenbogen liefert vor allem 4) den Steigbügel mit den culus stapedius. Der dritte Kiemenbogen liefert 5) den Zı beinkörper und dessen grosse Hörner.

Fig. 49.



Kopf eines Embryo, von unten gesehen, mehr vergr. Nach BISCHOFF. *a* Vorderhirn, *b* Augen, *c* Mittelhirn, *d* Unterkieferfortsatz, *e* Oberkieferfortsatz der ersten Kiemenbogen, *f f f'* 2—4 Kiemenbogen, *g* linkes, *h* rechtes Herzohr, *k* rechte, *i* linke Kammer, *i* Aorta mit 3 Paar Arcus aortae.

Durch das fortschreitende Wachsthum der schuhför Embryonalanlage erleidet dieselbe ganz constant Krümmungen. Zunächst entwickelt sich der Kopf durch die rasch bildung des Gehirns immer mächtiger und schnürt sich und mehr von der Keimblase ab und wölbt sich empor, er eine doppelte Krümmung erleidet. Die erste fast recht lige Krümmung: vordere Kopfkrümmung biegt de in der Gegend der zweiten Hirnblase in einen hinteren un deren Theil ab. An der Grenze des verlängerten Marl Rückenmarks findet sich eine zweite rechtwinkelige Krümı hintere Kopfkrümmung, Nackenhöcker. Eine äh Krümmung erleidet der Embryo später am entgegengesetzten Körperende (Schwanz mung). Mit der weiteren Ausbildung des Halses hebt sich und streckt sich der Kopf wie die Höhe. Auch eine spiralförmige Drehung von links nach rechts (besonders bı Schlangen ausgeprägt) zeigt der Wirbelthierembryo. Von oben betrachtet liegt dann de im Profil, während der Rücken nach oben gerichtet ist.

Im allgemeinen Ueberblick erkennen wir (KÖLLIKER), dass der Leib der Wirbelthieı entwickelt aus drei Keimblättern und sechs primitiven Organen, von dene paarig sind. Diese primitiven Organe sind: 1) das Hornblatt; 2) die Medullarplatte, aus dem obersten Keimblatt; 3) die Chorda; 4) die Wirbelplatten: 5) die Seitenplatt dem mittleren Keimblatt und 6) das Darmdrüsenblatt, das untere Keimblatt.

KÖLLIKER fasste in einer älteren Publication die ersten Entwickelungszustände übe lich in folgender Weise zusammen:

»Die morphologischen Vorgänge bei der Umbildung der drei Keimblätter in die aufgez Organe sind im Einzelnen sehr verschieden: doch findet sich ein Gedanke überall w der der Umbildung von Blättern oder hautartigen Anlagen in Röhren. Wenn man zueı den späteren Umgestaltungen des mittleren Keimblattes absieht, so ist das Grundphäı bei der Bildung des Wirbelthieres das, dass aus der blattartigen Anlage durch paarige W rungen von einer Axe nach oben und unten (Evolutio bigemina von BAER), genauer bezei durch Umbiegen der Seitenwände nach unten und Bildung von Längswülsten neb oberen Mittellinie, die dann zu einem Canal schliessen, ein Leib mit einer oberen N höhle und einer unteren Visceralhöhle entsteht. Das äussere Keimblatt erzeugt dabei wendig eine Doppelröhre, nämlich einmal die Umhüllung des Ganzen oder das Hoı (Epidermis) und zweitens mit seinem mittleren Theil das Nervenrohr, während das Blatt (Darmdrüsenblatt) nur eine einfache Röhre bildet, das Darmepithelialrohr. Das m Keimblatt liefert die Axe, die Chorda, und dann die Begrenzungen des Nerven- un geweiderohrs oder die Urwirbel und die Seitenplatten, welche die betreffenden Röhren f

anfänglich nicht vollkommen umgeben Ist so die erste Anlage gegeben, so wird dieselbe einzig und allein durch Leistungen des mittleren Keimblattes vervollständigt. Statt der primitiven Axe entsteht eine bleibende dadurch, dass die Urwirbel die Chorda umwachsen und so die Wirbelkörperanlagen liefern. Der übrige Theil der Urwirbel dient zur Vervollständigung der Rücken- und Bauchwand. Der ersteren liefert er durch Spaltung in verschiedene Lagen und zugleich durch Wucherung nach der oberen Mittellinie zu die Hüllen des Medullarrohrs, die Wirbelbogen und Nervenstämme und durch die Muskelplatte auch die tieferen Muskelschichten (die vertebralen Muskeln, Arnold) und die Haut; der letzteren gibt er ebenfalls die Knochen (Rippen und Brustbein), die Muskeln (visceralen Muskeln, Arnold) und Nerven, welche Theile alle aus den Seitentheilen der ursprünglichen Urwirbel hervorsprossen, d. h. von den Wirbelbogen, der Muskelplatte und den Nervenstämmen aus in die Seitenplatten hineinwachsen, die dadurch in eine Cutisschicht und in eine innere Lage (Darmfaserhaut oder, wie im Bereich der Pleuroperitonealhöhle, in die Serosa) gespalten wird. Während dies geschieht, wuchern die Seitenplatten, die im ganzen Bereich der Pleuroperitonealhöhle in eine äussere Hautplatte und eine innere Darmfaserplatte sich gespalten haben, mit ihrem inneren Ende nach innen unter der Axe durch zur Vervollständigung der Darmwand und zur Erzeugung des Gekröses, wo ein solches vorhanden ist. Wo Extremitäten vorkommen, sind sie Erzeugnisse der Seitenplatten, und zwar der äusseren Schicht derselben, welche an der Grenze gegen den Rücken einmal zu Muskel- und Knorpelanlagen sich differenziren, die dann zur Bildung des Extremitätengürtels und seiner Muskeln in die Rücken- und Bauchwand hineinwuchern und zweitens durch mächtige Wucherung nach aussen die Anlage der eigentlichen Extremitäten erzeugen, welche dann unter Mitbetheiligung der von den Urwirbeln aus einwachsenden Nerven wieder in ihre einzelnen Theile sich sondert. So entsteht durch ein merkwürdiges Ineinandergreifen der Leistungen der Urwirbel und Seitenplatten das ganze verwickelte innere Gefüge des Inneren des Leibes.«

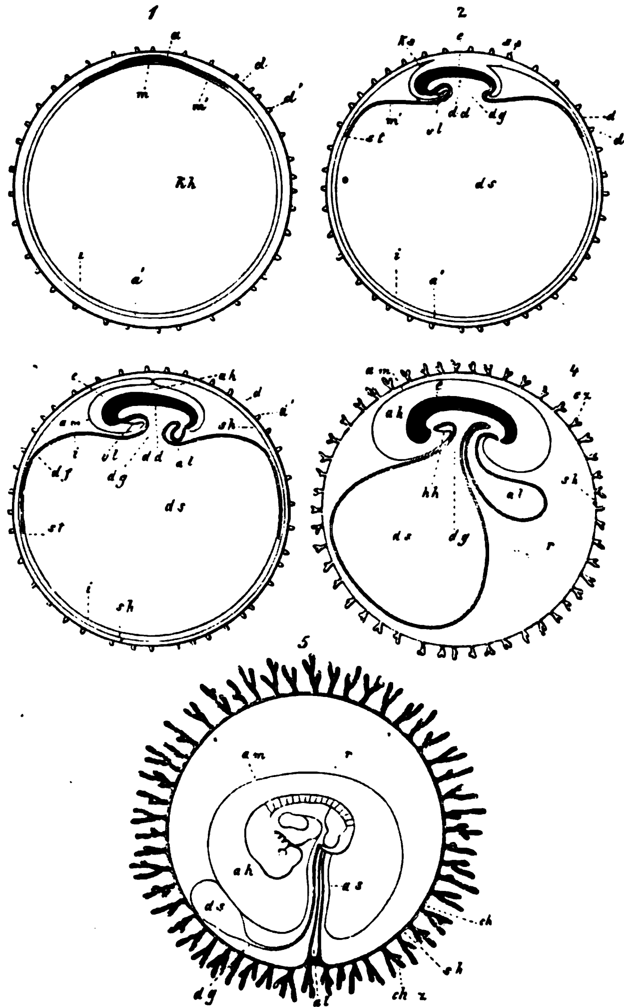
Die Entwickelung der Blutgefässe sowie der weiteren einzelnen Organe wird im speciellen Theile gebracht werden.

Es erübrigt noch eine Andeutung über die Bildung der fötalen Eihüllen, deren Bildung durch die umstehende Figur 19a erläutert wird.

Die Bildung des Amnion ist schon oben in ihren Grundlagen dargestellt. Es ist (wenigstens bei dem Hühnchen) eine Fortsetzung der gesammten Haut, mit einer Epithelialschicht und einer (contractilen) Faserschicht, welche beide unmittelbare Fortsetzungen der Hautplatte sind. Es entsteht zunächst als eine durchsichtige, dem Embryo eng anliegende Falte, die sich über den Embryo erhebend endlich zu einer zarten Blase verwächst und von den Rändern der unteren Leibesöffnung ausgeht. Das Amnion hat zu keiner Zeit selbständige Gefässe.

Nach Bischoff entsteht die Allantois, der Harnsack, der Säugethierembryonen als eine ursprünglich solide doppelte Wucherung der vorderen Beckenwand, die nachträglich einfach und hohl wird und sich mit dem Mastdarm in Verbindung setzt, so dass das Drüsenblatt desselben die hohlgewordene Allantoisanlage auskleidet. Die Allantois spielt für die Ernährung des Embryo eine sehr wichtige Rolle als Trägerin der Umbilikalgefässe. Die Allantois erscheint, wie gesagt, zuerst solid aus Zellen zusammengesetzt, bald bemerkt man in dem birnförmig werdenden Gebilde eine Höhle. Das so entstandene Bläschen vergrössert sich mehr und mehr, wird gestielt und trennt sich von der Wand der Beckendarmhöhle und tritt, wie schon erwähnt, mit dem Hinterdarm in Communication. Sehr früh entwickeln sich Gefässe auf der Allantois, die zu einer grösseren, ausserhalb des Embryo zwischen Dottersack und Amnion gelegenen Blase wird, welche mit einem hohlen Stiel (Urachus oder Harngang) mit der vorderen Wand des Mastdarms in Verbindung steht. Der Urachus obliterirt zum Ligamentum vesicae medium, das bei dem Erwachsenen von dem Harnblasenscheitel zum Nabel führt. Die arteriellen Allantois-Gefässe erscheinen zunächst als Enden der beiden primitiven Aorten (Aa. vertebrales posteriores), später als stärkste Ausläufer derselben, sie heissen Aa. umbilicales. Aus einem zarten Netz, das sie auf der Allantoisblase bilden, gehen

Fig. 49 a.



Fünf schematische Figuren zur Darstellung der Entwickelung der fötalen Eihüllen, in denen allen, mit A der letzten, der Embryo im Längsschnitte dargestellt ist. 1. Ei mit Zona pellucida, Keimblase, Frucht Embryonalanlage. 2. Ei mit in Bildung begriffenem Dottersacke und Amnion. 3. Ei mit sich schlie Amnion, hervorsprossender Allantois. 4. Ei mit zottentragender seröser Hülle, grösserer Allantois, Em Mund- und Anusöffnung. 5. Ei, bei dem die Gefässschicht der Allantois sich rings an die seröse Hülle hat und in die Zotten derselben hineingewachsen ist, wodurch das ächte Chorion entsteht. Dottersack verk Amnionhöhle im Zunehmen begriffen. — *d* Dotterhaut, *d'* Zöttchen der Dotterhaut; *sh* seröse Hülle; *s* der serösen Hülle; *ch* Chorion (Gefässschicht der Allantois); *chz* ächte Chorionzotten (aus den Fortsä Chorion und dem Ueberzuge der serösen Hülle bestehend); *am* Amnion; *ks* Kopfscheide des Amnion; *ss* S scheide des Amnion; *ah* Amnionhöhle; *as* Scheide des Amnion für den Nabelstrang; *a* der Embryon angehörende Verdickung im äusseren Blatte der Keimblase *a'*; *m* der Embryonalanlage angehörende Ve im mittleren Blatte der Keimblase *m'*, die anfänglich nur so weit reicht, als der Fruchthof, und später die schicht des Dottersacks *df* darstellt, die mit der Darmfaserplatte zusammenhängt; *st* Sinus terminalis; *d* drüsenblatt, entstanden aus einem Theile von *i*, dem innern Blatte der Keimblase (späteren Epithel des sacks); *kh* Höhle der Keimblase, die später zu *ds*, der Höhle des Dottersacks, wird; *dg* Dottergang; *al* A *e* Embryo; *r* ursprünglicher Raum zwischen Amnion und Chorion, mit eiweissreicher Flüssigkeit erfüllt; dere Leibeswand in der Herzgegend; *hh* Herzhöhle ohne Herz dargestellt. — In Fig. 2 und 3 ist der Deu wegen das Amnion zu weit abstehend gezeichnet. Ebenso ist die Herzhöhle überall zu klein gezeichnet sonst manches, wie besonders der Leib des Embryo mit Ausnahme der Fig. 5 nur schematisch dargest

wei Venen hervor: Vv. umbilicales, welche in den Rändern der Bauchwände nach vorne erlaufen und mit den Venae omphalo-mesentericae gemeinschaftlich in einen Behälter einnünden, der mit dem venösen Theil des Herzens in Verbindung steht (Kölliker). Indem die Allantois sich an die innere Chorionwand anlegt und ihre Gefässe in die Zotten der Anlagestelle hineinwuchern und von da in das Gewebe der Uterinschleimhaut der Mutter gelangen, entsteht die Placenta, welche von da an als Athmungs- und Ernährungsorgan des Embryo fungirt (cf. Athmungsorgane). Das Blut der Nabelvene ist nach der Ausbildung der Placenta heller als das der Nabelarterie, es besteht hier ein ganz analoges Verhalten wie zwischen dem Blut der Lungenarterie und Lungenvene. Auf der Nabelblase entwickeln sich die zierlichen Gefässe des ersten embryonalen Kreislaufs (Area vasculosa cf. Blutbewegung II). Sobald der Embryo durch die Gefässe der Allantois mit dem mütterlichen Blut communicirt (Placenta), so schrumpft die Nabelblase mit ihren Gefässen und dem Ductus vitello-intestinalis zu einem dünnen Strang zusammen, da sie jetzt ihre Bedeutung für das Embryonalleben verloren hat. Die Allantois enthält die Sekrete der Urnieren (cf. Harn).

Der Nabel besteht aus zwei concentrischen Röhren. Die innere ist der Darmnabel (Ductus omphalo-entericus), er verbindet die Darmwand mit der Nabelblase; die äussere ist der Hautnabel und verbindet die Bauchwand des Embryo mit dem Amnion. Zwischen beiden bleibt eine ringförmige Spalte, welche mit der Pleuroperitonealhöhle communicirt, und aus welcher der Urachus zur Allantoisblase hervorkommt. Durch den Abschnürungsprocess wird zunächst ein allseitig geschlossenes Darmrohr gebildet, welches mit der Visceralhöhle am oberen Ende und in der hinteren Medianlinie verwachsen ist. Der Durchbruch der vorderen und hinteren Darmöffnung wird im speciellen Theile noch näher abgehandelt werden.

Zweites Capitel.

Die Chemie der Zelle.

Elementare Zusammensetzung der organischen Stoffe.

In der Geschichte der Bildung der Organismen finden wir Formgesetze, welche von den in der anorganischen Natur sich bethätigenden wesentlich verschieden scheinen. Die ausgebildete Zellform charakterisirt sich durch ihre Constitution aus heterogenen Theilen. Es gehört zum Begriff des Organismus, also auch der Zelle, dass in ihm verschiedenartige Bestandtheile durch das Band der Lebensthätigkeiten zu einem grösseren Ganzen vereinigt werden. Anders ist es bei den Formen der anorganischen Stoffe. Der Krystall lässt sich zertrennen in immer kleinere und kleinste Stücke, von denen jedes die wesentlichen Eigenschaften des Mutterkrystalles, dessen Grundform und Structur besitzt. Während die organische Formeinheit der Zelle erst an einer grösseren Anzahl zu einem Ganzen vereinigter Stoffmoleküle in Erscheinung treten kann, ist die anorganische Formeinheit des Krystalles die Eigenschaft jedes einzelnen kleinsten Stofftheilchens.

Entsprechend dieser Verschiedenheit in den Gestaltungsgesetzen scheint der Gedanke nahe zu liegen, dass auch die Stoffe, welchen durch das Leben die

[redacted]

den Chemismus der Zelle einem nicht weniger souveränen Hülfsmittel der Untersuchung, auf welchem die grösste Zahl der mitzutheilenden Entdeckungen beruht: der chemischen Elementaranalyse der organischen Stoffe. Sie hat ihre Ausbildung vor allem durch Justus von Liebig erfahren. Die Methode besteht vorzugsweise in einer kunstgerechten Verbrennung der organischen Stoffe, welche es erlaubt, die entstandenen Verbrennungsprodukte zu sammeln, zu wiegen und einer näheren chemischen Untersuchung zu unterwerfen.

Mit Hülfe dieser Methode hat die Wissenschaft gefunden, dass die eigentlich organisch-chemischen Stoffe nur aus einer äusserst geringen Anzahl einfacher Elementarstoffe zusammengesetzt sind. Nur 7 von den über 60 Elementen der Chemie, aus denen die Oberfläche unseres Planeten besteht, betheiligen sich zunächst an der chemischen Bildung der organischen Stoffe. Es sind diese: Sauerstoff O, Stickstoff N, Wasserstoff H, Kohlenstoff C, Schwefel S, Phosphor Ph, Eisen Fe. Ein kleiner Theil der organischen Stoffe besteht nur aus zwei dieser sieben Elemente, und zwar aus Kohlenstoff, der in keiner organischen Verbindung fehlt, und aus Wasserstoff (die natürlichen Kohlenwasserstoffe), oder aus Kohlenstoff und Sauerstoff (die wasserfreie Oxalsäure).

Weitaus die grösste Anzahl der im Thierkörper vorkommenden organisch-chemischen Verbindungen (die Mehrzahl der organischen Säuren, die Kohlehydrate und Fette) bestehen in ihrer Elementarzusammensetzung aus drei Elementen: Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff.

Das Verhältniss, in welchem sich der Sauerstoff zu dem Wasserstoff in den Verbindungen findet, ist ein verschiedenes. Bei den hierher gehörigen organischen Säuren bleibt, wenn man sich allen Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser verbunden denkt, noch ein Ueberschuss von Sauerstoff. Die Kohlehydrate erhalten ihren Namen von der Eigenschaft, dass in ihrer Zusammensetzung Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältnisse eingetreten sind, dass sie ausreichen würden, mit einander Wasser zu bilden. Bei den fetten Säuren zeigt sich ein Ueberschuss von Wasserstoff; nur ein Theil des Wasserstoffes fände Material an vorhandenem Sauerstoff vor, um sich mit ihm zu Wasser zu vereinigen.

Eine weitere Reihe organischer Stoffe enthält ausser jenen drei Elementarstoffen noch Stickstoff; sie werden als stickstoffhaltige Verbindungen den bisher genannten als den stickstofffreien gegenübergesetzt. Man rechnet unter diese Gruppe auch die höchst zusammengesetzten chemischen Produkte der Lebensthätigkeit, welche Schwefel (Phosphor, einige auch Eisen) in ihrer Constitution besitzen.

Hierher gehören die stickstoffhaltigen organischen Säuren und Basen oder organischen Alkaloide und indifferenten krystallinischen Körper. Einige derartige krystallinische Stoffe enthalten ebenfalls Schwefel. Bisher kennt man drei in den Organismen vorkommende organische Substanzen, welche Phosphor enthalten: Glycerinphosphorsäure, Lecithin und Nuclein.

Zu den höchst zusammengesetzten organischen Stoffen gehören die Eiweissstoffe. Sie enthalten, neben Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel. Im Thierorganismus kommen auch Verbindungen der Eiweissstoffe mit anderen organischen Stoffen vor, welche bei ihrer Zersetzung Albuminate liefern: hierher gehört vor allem das Hämoglobin, welches Eisen in seiner Zusammensetzung enthält.

In den lebenden Organismen finden sich die organischen Stoffe gequollen und gelöst in einer relativ grossen Menge Wasser, ausserdem gemischt oder in chemischen Verbindungen mit einer procentisch meist geringen Menge von unverbrennlichen Stoffen anorganischer Natur, welche die Eigenschaften derselben für das Leben der Organismen in wesentlicher Weise umgestalten, so dass diese anorganischen Stoffe für das Bestehen des Organismus und für die Lebensvorgänge in demselben von nicht geringerer Bedeutung sind, als die angeführten organischen Verbindungen, aus denen die verbrennlichen Stoffe der pflanzlichen wie thierischen Organe bestehen. Sie betheiligen sich an der Bildung und Rückbildung der Organbestandtheile vor allem wohl dadurch, dass sie bestimmte chemische Zersetzungen und Verbindungen in den organischen Stoffen einleiten und selbst mit ihnen in Verbindung treten.

Wenn ein wasserfreier pflanzlicher oder thierischer Körper verbrennt, sich mit Sauerstoff verbindet, so wird die Hauptmasse desselben, die aus den obengenannten Elementen besteht, in gasförmige Verbrennungsprodukte übergeführt. Ihr Kohlenstoff verbrennt zu Kohlensäure (Kohlendioxyd CO_2), welche, an Metalle der Alkalien gebunden, z. Thl. in der Asche zurückbleibt, der Wasserstoff verbindet sich ebenfalls zum Theil mit Sauerstoff zu Wasser (H_2O), ein anderer Theil geht in gasförmiger Verbindung mit Stickstoff, wenn solcher zu der chemischen Constitution des verbrennenden Körpers gehörte, als Ammoniak (NH_3) in die umgebende Atmosphäre. Phosphor und Schwefel bleiben in ihren entstehenden Sauerstoffverbindungen (dreibasische Phosphorsäure H_3PO_4 und Schwefelsäure H_2SO_4) nach dem Verbrennen verbunden mit den anorganischen Stoffen als Asche zurück. Die nach der Verbrennung zurückbleibenden festen Stoffe werden als Aschenbestandtheil von den organischen Stoffen unterschieden. Ausser den genannten finden sich in der Asche noch folgende Stoffe: Von Nichtmetallen: Chlor Cl, Fluor F, Kiesel (Silicium) Si; von Metallen, und zwar von Alkalien: Kalium K, Natrium Na; von alkalischen Erden: Calcium Ca, Magnesium Mg, und normal als schweres Metall: Eisen Fe, oft mit Mangan Mn, dem steten Begleiter des Eisens in der anorganischen Natur, bei gewissen niederen Thieren (cf. Blut) Kupfer Cu.

Die Metalle der Alkalien und alkalischen Erden sind in der Asche meist an Schwefelsäure und Phosphorsäure, z. Thl. an Kohlensäure gebunden, ein Theil findet sich als Chlorverbindungen. Das Fluor kommt als Fluorcalcium (Calciumfluorid CaF_2), das Silicium als Kieselerde (Siliciumdioxyd SiO_2) in den Aschen vor.

Zu den anorganischen Bestandtheilen der Organismen gehört vor allem das Wasser (H_2O), das die Hauptmasse der organisirten Körper ausmacht. Manche Pflanzenstoffe enthalten davon mehr als 90%; auch die thierischen Organe bestehen theilweise bis zu 75% und mehr aus Wasser, doch ist der Wassergehalt der verschiedenen Organe sehr wechselnd, er schwankt auch aus physiologischen und pathologischen Ursachen.

Chemismus der Pflanzen- und Thierzelle.

Die Hauptmasse der organisirten Körper, der Pflanzen und Thiere, besteht, abgesehen von dem Wasser, aus Kohlenstoffverbindungen, von welchen, wie wir gesehen haben, die einfacheren noch Wasserstoff und Sauerstoff und Stick-

stoff enthalten. Die organischen Stoffe werden in den Pflanzen aus anorganischen Nährstoffen, vor allem aus Kohlensäure, Wasser und Salpetersäure oder Ammoniak (Schwefelsäure, Phosphorsäure), gebildet. In welcher Weise aber diese einfachen Verbindungen zu den complicirten Stoffen umgewandelt werden, aus denen sich die Pflanze zusammengesetzt zeigt, darüber wissen wir bisher noch sehr wenig. So viel steht fest, dass die Bildung der organischen Stoffe in der Pflanze denselben Gesetzen folgt, nach denen die chemischen Verbindungen auch ausserhalb der Zelle entstehen. So lange die künstliche Bildung organischer Stoffe den Chemikern noch nicht gelungen war, konnte man glauben, dass in der lebenden Zelle die Stoffbildung ganz anderen Gesetzen unterliegt als in der anorganischen Natur. Im Jahre 1828 hat Wöhler den Beweis geliefert, dass man im thierischen Organismus sich bildende Verbindungen aus den Elementen künstlich zusammensetzen könne. Er machte die Entdeckung, dass Ammoniumcyanat, das sich leicht aus den Elementen erhalten lässt, in wässeriger Lösung eingedampft, sich in Harnstoff verwandelt. Seit dieser Zeit ist eine Anzahl im pflanzlichen und thierischen Organismus entstehender Verbindungen künstlich dargestellt worden, und täglich wächst diese Zahl, so dass wir hoffen können, die Stoffvorgänge in den Zellen immer genauer verstehen zu lernen.

Zwischen den anorganischen Stoffen, aus denen die Pflanze ihre organischen Bestandtheile bildet, und den organischen Stoffen selbst erkennt man sogleich einen wesentlichen Unterschied. Die ersteren sind der Hauptmasse nach Verbrennungsprodukte, d. h. Sauerstoffverbindungen, welche so viel Sauerstoff in sich haben, dass bei den gewöhnlichen Oxydationsbedingungen kein weiterer Zutritt dieses Stoffes in die Verbindung möglich ist, sie sind mehr oder weniger vollkommen oxydirt.

In den organisch-chemischen Verbindungen hingegen fehlt entweder der Sauerstoff gänzlich, oder er ist nur in einer solchen Menge vorhanden, dass noch immer eine mehr oder weniger bedeutende Quantität desselben nothwendig ist, um aus den sie zusammensetzenden chemischen Elementen Verbindungen mit anorganischem Charakter herzustellen. Die organischen Verbindungen können alle noch höher oxydirt werden, sie sind alle verbrennlicher Natur.

Dieser Charakter der Verbrennlichkeit, welcher die organischen Stoffe kennzeichnet, wird den Elementarverbindungen der organischen Welt, indem sie Bestandtheile eines Pflanzenorganismus werden, erst aufgedrückt. In dem Laboratorium der Pflanzenzelle müssen sich also Vorgänge finden, welche die aus der Umgebung aufgenommenen Sauerstoffverbindungen entweder gänzlich von ihrem Sauerstoff befreien oder diesen doch zum Theil aus ihnen abscheiden, Vorgänge, die man im Allgemeinen mit dem Namen der Desoxydation, Reduction bezeichnet. Die Kraft, welche die chemischen Verbindungen des Sauerstoffs, der die stärkste verwandtschaftliche Attraction zu allen Elementen besitzt, zusammenhält, muss durch eine grössere, in den Zellen zur Wirksamkeit kommende Kraft überboten werden, so dass der Sauerstoff bei der Bildung der organischen Stoffe frei werden kann.

Es war eine der grössten Entdeckungen der Physiologie, als man erkannte, dass diese Kraft der Desoxydation in den grünen, chlorophyllhaltigen Pflanzenzellen nur zur Wirksamkeit kommt unter dem Einflusse des

Sonnenlichtes, dass diese Kraft von dem Sonnenlicht geliefert werde. Dieser Entdeckung steht die andere als nicht weniger wichtig zur Seite, dass die Lebenserscheinungen der thierischen Zelle im Allgemeinen nicht mit derartigen Desoxydationsprocessen, sondern im Gegentheil mit Aufnahme von Sauerstoff verbunden sind, d. h. mit Vorgängen verschiedener Art, welche aber fast alle darin übereinstimmen, dass sie schliesslich die organischen Stoffe, welche in dem animalen Organismus enthalten sind, (meist) in ihre letzten anorganischen Oxydationsprodukte umwandeln, aus welchen sie in der Pflanzenzelle sich gebildet haben. Wir bezeichnen diese Vorgänge, ohne sie damit mit den Verbrennungen ausserhalb des Organismus irgendwie auf eine Stufe stellen zu wollen, als organische Oxydationsvorgänge. Analog verhält es sich auch mit den Desoxydations- und Reductionserscheinungen in der Pflanzenzelle, auch sie gehen in einer für das Pflanzenleben charakteristischen Weise vor sich: organische Desoxydation.

Mit diesen Entdeckungen war das Dunkel des Zusammenhanges des Thier- und Pflanzenreiches erhellt. Die chemischen Vorgänge in den Zellen der grünen Pflanzen und in den Thierzellen sind principiell von einander verschieden. Während die Pflanzenzelle anorganische Sauerstoffverbindungen in sich als Nahrungsmittel aufnimmt und sie durch Desoxydation in organische Stoffe verwandelt, verwandelt die thierische Zelle, die ihre Nahrung aus dem Pflanzenreiche bezieht, die (meisten) von der Pflanze gebildeten organischen Stoffe zurück in einfache, anorganisch zusammengesetzte Sauerstoffverbindungen.

Das organische Leben stellt sich danach chemisch als ein in sich geschlossener Kreislauf des Stoffes dar.

Die Pflanze eignet sich Stoffe aus der sie umgebenden anorganischen Natur an, aus Luft und Boden, und macht sie zu Bestandtheilen ihres Körpers. Die Bestandtheile der Pflanze werden zu Bestandtheilen des Thieres, die Bestandtheile des Thieres wieder zu Bestandtheilen des Bodens und der Luft, aus denen die Pflanze sie für das organische Leben zurück gewinnt. Der Kohlenstoff der Kohlensäure der Luft wird zum Kohlenstoff der Cellulose, des Stärkemehls, des Zuckers, des Fettes, des Klebers und des Albumins, er wird zum Kohlenstoff unseres Fleisches, unseres Blutes, unserer Nervensubstanz und kehrt aus diesen in der Form von Kohlensäure wieder in die Luft zurück, aus der er stammte. Ebenso wie bei dem Kohlenstoffe ist für alle chemischen Elemente des animalen Leibes und der diesen zusammensetzenden Zellen der Ursprung aus der anorganischen Natur nachzuweisen, aus denen sie von der Pflanze aufgenommen und zu organisch-chemischen Verbindungen verarbeitet werden, aus denen der thierische Organismus seine Organe aufzubauen vermag. Der letztere eignet sich die von der Pflanze vereinigten Stoffe an, im Allgemeinen nicht etwa, um sie in noch höhere und complicirtere Produkte zu verwandeln, sondern um sie zu zersetzen und ihnen im Allgemeinen die Eigenschaften der anorganischen Körper wieder zu ertheilen.

Wir verstehen so, wie die chemische Zusammensetzung der thierischen und pflanzlichen Zelle im Wesentlichen eine gleiche sein kann. Wir finden in beiden die höchst zusammengesetzten organischen Stoffe neben anderen, welche sich weniger von den chemischen Verbindungen anorganischer Art unterscheiden. Bei den Pflanzenzellen müssen aber diese letzteren der Mehrzahl nach

als Vorstufen zur Bildung der höchsten Produkte der organisch-chemischen Lebensvorgänge angesehen werden, bei den Thierzellen dagegen als die Zeugen einer regressiven Thätigkeit, als die Zersetzungsprodukte der höher zusammengesetzten Stoffe.

Wir finden somit einen principiellen Unterschied in dem Chemismus der Zellen in den beiden organischen Reichen; aus ihm erklärt sich die wesentliche Verschiedenheit der Lebensäusserungen der Pflanzen- und Thierzelle. Während die eine — die chlorophyllhaltige Pflanzenzelle — von aussen her Kräfte beziehen muss, um die Trennung der festen chemischen Verbindungen, die sie als Nahrung aufnimmt, zu Stande zu bringen, vermag die andere — die Thierzelle — die Stoffzersetzung unter Sauerstoffaufnahme, welche auch in der anorganischen Natur eine Hauptquelle mechanischer Leistungen ist, zur Hervorbringung von Kraftäusserungen ausserhalb ihres Körpers zu verwenden. Die Pflanzenzelle verbraucht bei ihren chemischen Vorgängen Kräfte, die sie in der Form von Licht und Wärme von der Sonne erhält; die Thierzelle producirt durch ihre chemischen Vorgänge Kräfte, die vor allem als Wärme, Electricität und mechanische Bewegung (in einzelnen Fällen auch als phosphorescirendes Licht bei leuchtenden animalen Organismen) erscheinen.

Die Pflanzenzelle.

Die Unterschiede in den chemischen Vorgängen, welche wir zwischen Pflanzen- und Thierzellen kennen gelernt haben, lassen sich, wie schon angedeutet, nur zwischen den chlorophyllhaltigen Pflanzenzellen, unter dem Einfluss einer genügenden Lichtstärke, und den animalen Zellen erkennen.

Der chemische Vorgang in den Pflanzenzellen ist ein doppelter. Zu ihrer Stoffbildung nehmen sie jene einfach zusammengesetzten Sauerstoffverbindungen in sich auf, aus denen in den chlorophyllhaltigen Zellen unter dem Einfluss des Sonnenlichtes und unter Ausscheidung von Sauerstoff die sauerstoffarmen organischen Pflanzenbestandtheile gebildet werden. Auf diesem Vorgang beruht das Zunehmen der Pflanzen mit chlorophyllhaltigen Organen an Masse, die Assimilation der Pflanzen (Sachs). Diese Fähigkeit der Assimilation geht aber allen nicht-chlorophyllhaltigen Pflanzenorganen oder ganzen Pflanzenindividuen ab, ebenso fehlt auch den chlorophyllhaltigen Pflanzen und Pflanzenorganen bei zu geringer Lichtintensität die Fähigkeit, aus Wasser und Kohlensäure unter Mitwirkung anderer anorganischer Nährstoffe organische Substanzen zu erzeugen.

Das Leben der Pflanzenzelle ist nicht allein auf Vorgänge der organischen Stoffbildung aus anorganischen Stoffen, der Assimilation, beschränkt.

In den chlorophyllhaltigen Zellen selbst oder nach dem Uebertritt in andere Organe erleiden die Assimilationsprodukte mannigfache chemische Umwandlungen. die nicht mit einer Abscheidung von Sauerstoff, sondern mit einer Umlagerung der Moleküle, meist mit einer Aufnahme geringer Sauerstoffmengen und Aushauchung kleiner Kohlensäurevolumina verbunden sind. Diese Reihe chemischer Vorgänge, die unabhängig von der Einwirkung des Lichtes und Chlorophylls vor sich geht, pflegt man von der Assimilation als Pflanzenstoff-

wechsel (SACHS) zu unterscheiden. Durch diesen Stoffwechsel wird im Al gemeinen die Masse der assimilirten Pflanzenbestandtheile vermindert. Die Zı nahme der chlorophyllhaltigen Pflanzen an organischen Stoffen beruht also aı einem Uebergewicht der assimilirenden Thätigkeit der chlorophyllhaltigen Orgaı im Lichte gegenüber der durch den Stoffwechsel bedingten Stoffverminderun Während die Assimilation nur im Lichte und in den chlorophyllhaltigen Oı ganen stattfindet, geht der Vorgang des Stoffwechsels unablässig in allen Pflaı zenorganen vor sich. Alle Pflanzen haben sonach einen beständig fortschreiteı den, dem animalen vergleichbaren Athmungsvorgang, der i Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe wie bei den Thiere besteht. Doch ist diese Art der Athmung bei den Pflanzen meist nur eine seh geringe, sie wird von der im Lichte in den chlorophyllhaltigen Pflanzenorganeı stattfindenden vegetativen Pflanzenathmung mit Aufnahme voı Kohlensäure und Abgabe von Sauerstoff weit übertroffen, wenigsten in denjenigen Vegetationsperioden, in welchen der Assimilationsvorgang eineı lebhaften Verlauf nimmt.

Die Lebensvorgänge in den Pflanzen, welche nicht zu der Assimilation ge hören, sind wie die in den Thieren von einer Stoffzersetzung abhängig. Di Bildung von Wärme und Electricität in den Pflanzenorganen, die Bewegungeı des Protoplasmas, die Bildung und Vergrösserung der Zellen, besonders deut lich in der Keimung der Samen, findet auf Kosten vorher assimilirter Stoff statt, welche dabei einer Veränderung im Sinne des (animalen) Stoffwechsel unterliegen.

Das Wachsthum der Pflanzen setzt wie das der Thiere die vorhergehend Assimilation von organischen Stoffen aus den anorganischen Nährbestandtheileı voraus; der Unterschied besteht aber darin, dass die Thiere diesen Assimila tionsvorgang nicht selbst einzuleiten vermögen und daher die von der chloro phyllhaltigen Pflanze assimilirten Substanzen zum Aufbau und zur Erneuerun ihrer Organe in sich aufnehmen müssen, während sich die chlorophyllhaltig Pflanze selbst die Stoffe bildet, die sie für ihre mit Kraftaufwand verbundeneı Lebensthätigkeiten bedarf. Zu diesem Zwecke werden die in den chlorophyll haltigen Organen im Lichte gebildeten organischen Pflanzenstoffe allen andereı Pflanzentheilen zugeleitet, sie können aufgespeichert werden, um erst in deı Folge ihre Verwendung zu finden, wenn wie im Frühjahr bei sehr vielen Pflanzeı oder bei den Samen die Wachsthumsprocesse beginnen, ehe chlorophyllhaltig Organe ihre stoffbildende Thätigkeit entfalten können. Die chlorophyllfreieı Pflanzen (Schmarotzer und Humusbewohner) assimiliren ebensowenig wie di animalen Organismen, sie nehmen wie diese schon organisirte Stoffe in sich auf in ihnen findet, soviel wir wissen, nur ein Stoffwechsel statt mit Einathmun von Sauerstoff und Ausathmung von Kohlensäure. Die assimilirende Thätigkei der Pflanzen hat also vorzüglich drei Aufgaben zu genügen: sie liefert die Stoffe auf deren Verbrauch ihre eigenen mit dem Verlust von Spannkräften verknüpfte Lebensthätigkeiten beruhen; sie liefert weiter die Stoffe für den Aufbau un die Kräfteerzeugung der Schmarotzerpflanzen und ist drittens die Quelle alle organischen Bestandtheile der animalen Organismen.

Die Assimilationsvorgänge in der Pflanzenzelle sind an das Vorhandensei des Protoplasmas geknüpft, das in seiner Modification als grünes Chloro

phyllkorn die Fähigkeit zur Verwendung des Lichtes zum Zwecke der Einleitung von organischen Desoxydationen erhält. In den Chlorophyllkörnern selbst lagern sich die unter ihrer Einwirkung sich bildenden organischen Stoffe (z. B. Stärkekörnchen) ab. Das Protoplasma ist die lebende Substanz in der Pflanzen- und Thierzelle. Das Wesentliche am Protoplasma beider Reiche scheinen — wenn man vom todten Protoplasma, welches der chemischen Untersuchung unterworfen werden kann, auf das lebende zurückschliessen darf, cf. unten — in Wasser gequollene Eiweisskörper: Globuline (vorwiegend Vitellin und Myosin, HOPPE-SEYLER) in Verbindung mit gewissen anorganischen Stoffen (phosphorsaurem Kali, phosphorsaurem Kalk etc.) zu sein. Ausserdem findet man im Protoplasma sehr regelmässig: Lecithin, Cholesterin, Kohlehydrate, sowie gewisse körnige Einschlüsse, z. B. die ebenerwähnten Chlorophyllkörper, niemals fehlen dem lebenden Protoplasma verschiedene Fermente (HOPPE-SEYLER).

Die Zelle der Pflanze benutzt zum Aufbau ihrer Wandungen, die aus Zellstoff (Cellulose) bestehen, die Stärke, die Zuckerarten, das Inulin und die Fette; als chemisches Baumaterial für den Zellinhalt mit den Chlorophyllkörpern dienen vor allem die Eiweissstoffe. Für die Frage über die Fettbildung im animalen Organismus ist es wichtig, dass man durch Beobachtung an keimenden Samen etc., die ihre ersten Organe nur aus ihren ersten Reservestoffen ohne Assimilation bilden müssen, mit vollkommener Sicherheit nachweisen kann, dass sich Fette und Kohlehydrate leicht eines in das andere verwandeln können, dass die Pflanze Fette zur Bildung von Stärke, Zucker und Cellulose ebenso benutzt, wie sie aus diesen Fette entstehen lässt zum Beweise, wie innig die Verwandtschaft zwischen Fetten und Kohlehydraten sein muss.

Dem Stoffwechsel der Pflanzen entstammen ausser den letzten Produkten der Zersetzung der organischen Stoffe: Kohlensäure, Wasser (aus Kohlehydraten und Fetten kommend), Ammoniak und Schwefelsäure (welche neben Kohlensäure und Wasser die Zersetzung von Albuminaten liefert), auch Degradationsprodukte und Nebenprodukte des Stoffwechsels. Zu den ersteren gehört der Bassorin und der Pflanzenschleim, in welchen sich die Zellwände bei den Quitten- und Leinsamen verwandeln. Auch körnige Degradationsprodukte des Protoplasmas kommen vor, z. B. an Stelle der grünen Chlorophyllkörner anders gefärbte oder, wie in den absterbenden Blättern, nur kleinste gelbe Körnchen. Als Nebenprodukte, welche für das Zellenleben keine erkannte Bedeutung haben, können wir eine lange Reihe von Farbstoffen, Alkaloiden, Gerbstoffen, Pectinstoffen, auch das Wachs etc. bezeichnen.

Der Unterschied zwischen der chlorophyllhaltigen Pflanzenzelle und der Thierzelle ist also auch in dieser Beziehung kein absolut durchgreifender. Er bezieht sich allein auf die Fähigkeit der Bildung organischer Stoffe aus anorganischen Nährmitteln, welche die chlorophyllhaltige Pflanzenzelle im Lichte besitzt, die sie aber bei Mangel des Lichtes und der Chlorophyllkörper meist ebenso entbehrt wie die Thierzelle.

Da der thierische Organismus von den in der Pflanze assimilirten Stoffen seine Organe aufbaut und erneuert, so wollen wir noch einen Blick auf die Hauptnährstoffe organischer Zusammensetzung werfen, welche die Pflanze dem Thiere liefert.

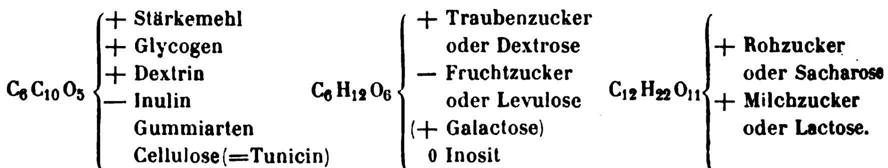
Für die Oekonomie der thierischen Zelle sind nicht alle in der Pflanze gebildeten Stoffe gleichwerthig. Im Allgemeinen ist es verhältnissmässig nur eine kleine Anzahl von chemischen Verbindungen, welche die thierische Zelle zu ihrem Aufbau der Pflanzenwelt entlehnt.

Sehen wir zunächst von den anorganischen Stoffen ab, so sind vor allem wichtig für das Thierreich die höchstzusammengesetzten Produkte des pflanzlichen Zellenchemismus: die Albuminate oder Eiweissstoffe, deren rationelle chemische Formel noch nicht erkannt ist. Die Pflanze erzeugt mehrere Modificationen von Eiweiss, welche mit den im Thierorganis-

mus gefundenen im Allgemeinen übereinstimmen. In den wachsenden und keimungsfähigen Pflanzen sind es nach HOPPE-SEYLER vorwiegend Globuline, und zwar Myosin und Vitellin vielleicht im lebenden Protoplasma in Verbindung mit Lecithin und gewissen anorganischen Stoffen. In Eidottern und Samen von Pflanzen finden sich eiweissartige Substanzen krystallisirt, man nennt sie bei den Pflanzen Aleuronkrystalle, in den Eiern Dotterblättchen sie werden neuerdings chemisch zu Vitellin gestellt. Die älteren Angaben über Pflanzeneiweissstoffe bezogen sich z. Thl. auf mehr oder weniger »unreine« Substanzen, doch ist es immerhin wichtig, die betreffenden Stoffe zu kennen, so lange wir noch nicht bestimmt wissen, ob diese »Verunreinigungen« nicht vielleicht mit der Constitution der lebenden Protoplasmabestandtheile in naher Beziehung stehen.

In allen Pflanzensäften fand man das Pflanzenalbumin, welches mit dem thierischen Serumeiweisse identisch erschien. In den Körnern der Getreidefrüchte findet sich in ziemlicher Menge der Kleber, den man in zwei verschiedene Substanzen zerlegte: Pflanzenleim und Pflanzenfibrin; in den Samen der Hülsenfrüchte, der Bohnen, Erbsen, Linsen das Pflanzencaseïn oder das Legumin.

Neben den Albuminaten stehen als ebenfalls sehr bedeutungsvoll für den thierischen Haushalt die Kohlehydrate, von denen ein Theil in Wasser löslich, ein anderer unlöslich im Pflanzenreiche als Material für die Bildung der äusseren Zellmembranen (Cellulose), oder zur Bildung fester, organisirter Körnchen im Zellinhalte (Stärke) sich benutzt findet. Alle zeigen eine grosse Uebereinstimmung in der chemischen Zusammensetzung, wodurch die Leichtigkeit des Ueberganges des einen Kohlehydrates in das andere verständlich wird. Wir unterscheiden die betreffenden Körper von einander nicht nur durch ihre chemischen Eigenschaften, sondern vorzüglich durch ihr Verhalten gegenüber Gährungserregern und gegen das polarisirte Licht, sie drehen die Ebene des polarisirten Lichtes entweder rechts oder links, wonach man sie als rechtsdrehend (+) oder linksdrehend (—) bezeichnet:



Auch die verschiedenen reichlich in den frischen Pflanzen sich findenden organischen Säuren müssen, trotz ihres z. Thl. hohen Sauerstoffgehaltes, als wenn auch geringwerthige Nahrungsstoffe der Thierzelle betrachtet werden, z. B. Essigsäure $C_2H_4O_2$, Apfelsäure $C_4H_6O_5$, Weinsäure $C_4H_6O_6$, Citronsäure $C_6H_8O_7$.

Dagegen gehen die Oele und Fette im Ernährungswerthe auch den Kohlehydraten vor; sie zeigen einen viel geringeren Gehalt an Sauerstoff als letztere. In dem Pflanzenreiche sind sie sehr verbreitet; es gibt wohl keine Pflanze und kein Pflanzengewebe, in denen nicht wenigstens Spuren von Fett oder Oel vorkämen, namentlich in Pflanzensamen sind sie reichlich angehäuft. Meist sind sie Gemische aus Glycerinäthern der Palmitin-, Stearin- und Oelsäure. Beim Kochen mit Kali- oder Natronlauge entstehen aus den Fetten ein Alkohol: Glycerin $C_3H_5(OH)_3$ und fettsaure Salze der Alkalimetalle (Seifen), indem das Fett unter Wasseraufnahme in die Fettsäure und Glycerin zerfällt. Das Stearin, ein festes Fett, ist Glyceryltristearat oder Tristearin, d. h. Glycerin, in welchem durch das Radical der Stearinsäure ($C_{18}H_{35}O$) die 3 Atome Wasserstoff des Hydroxyls (OH) ersetzt sind: $C_3H_5(O.C_{18}H_{35}O)_3$

Die fetten Säuren, von denen viele in Thier- und Pflanzenzellen fertig gebildet vorkommen, zeigen die allgemeine Formel: $C_nH_{2n}O_2$. Neben jenen Säuren dieser Reihe, welche aus den Fetten abgeschieden werden können: eigentliche Fettsäuren, finden sich solche welche sich durch einen höheren Sauerstoffgehalt auszeichnen und vielfach als Vorstufen für die Bildung der eigentlichen Fettsäuren aufgefasst wurden; wir können sie mit den eigentlichen Fettsäuren nach einer geschlossenen Stufenfolge ordnen, bei welcher der Sauerstoffgehalt in

Verhältniss zu den beiden übrigen Elementen C und H immer mehr abnimmt; für unsere Betrachtungen sind am wichtigsten:

I. Flüchtige Fettsäuren	Ameisensäure	$C\ H_2\ O_2$
	Essigsäure	$C_2\ H_4\ O_2$
	Buttersäure	$C_4\ H_8\ O_2$
	Capronsäure	$C_6\ H_{12}\ O_2$
	Caprylsäure	$C_8\ H_{16}\ O_2$
	Caprinsäure	$C_{10}\ H_{20}\ O_2$
II. Eigentliche Fettsäuren	Palmitinsäure	$C_{16}\ H_{32}\ O_2$
	Stearinsäure	$C_{18}\ H_{36}\ O_2$

Meist kommt in den Fetten mit den eigentlichen Fettsäuren auch die Oelsäure (Oleinsäure) $C_{18}\ H_{34}\ O_2$ gemischt vor, welche einer sehr nahe verwandten Gruppe organischer Säuren angehört.

Man unterscheidet je nach der Consistenz Fette und Oele. Unter den pflanzlichen Fetten stehen obenan die sehr feste Cacaobutter, ein Gemisch der Glycerinäther der Stearin- und Palmitinsäure; das butterartige Palmöl, bestehend aus den Glycerinäthern der Palmitin- und Oelsäure, und die weiche Cocosnussbutter, in welcher der Glycerinäther der Coccinsäure mit dem der Oelsäure verbunden ist. Von den pflanzlichen Oelen wird das Olivenöl (mit Oelsäure und Palmitinsäure) vielfach als Nahrungsmittel benutzt. In dem Mandel- und Rapsöl findet sich nur Oelsäure.

Die grosse Reihe weiterer chemischer Stoffe, welche in der Pflanze erzeugt werden, können zwar unter Umständen auch zu den Zwecken des thierischen Organismus verwendet werden, sie treten jedoch theilweise ihres hohen Sauerstoffgehaltes wegen in ihrer Bedeutung für das Bestehen der thierischen Zelle so sehr in den Hintergrund, dass wir sie hier füglich übergehen können. Die stickstoffhaltigen pflanzlichen Basen z. B. Cofein, welche sehr lebhafte Einwirkungen auf das Nervensystem der animalen Organismen ausüben, werden in der Folge theils als physiologische Nervenreizmittel, theils als Arzneimittel und Gifte für uns wichtig werden (cf. spec. Physiologie).

Werfen wir dagegen, ehe wir diesen Gegenstand verlassen, noch einmal einen schliesslichen Blick auf die Art der Entstehung der pflanzlichen organischen Stoffe.

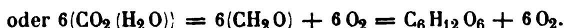
Man nimmt zunächst noch ohne genügende Experimentalbeweise an, dass der höchst zusammengesetzte chemische Pflanzenstoff: das Albumin als höchstes und letztes Produkt der chemischen Thätigkeit der Pflanzenzelle gebildet wird. Wir finden dasselbe in vorzüglicher Menge in den Pflanzensamen stets neben einer reichlichen Menge von Stärkemehl. Die noch unentwickelte Pflanze findet in diesen beiden Stoffen das Material zur Bildung ihrer Organe, die alle Eiweissstoffe und Kohlehydrate enthalten, in hinreichender Menge schon fertig gebildet vor. Die Pflanze erbaut sich aus diesen beiden Stoffen, indem sie Zelle auf Zelle entstehen lässt. Endlich hat sie die Ausbildung erreicht, die sie bedarf, um selbständig an die Herstellung neuer organischer Stoffe aus den Elementen gehen zu können. Wenn sich die ersten Blättchen und die Wurzel gebildet haben, beginnt die Pflanze ihr selbständiges Leben. Dieses besteht vor allem in einer Aufnahme von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak und in einer correspondirenden Abgabe von Sauerstoff an die umgebende Luft zum Beweise, dass nun jene Processe der organischen Reduction im Innern der Pflanzenzellen stattfinden, auf denen in Verbindung mit den Vorgängen der Synthese und Substitution die Bildung der organischen Stoffe beruht. Die Frage scheint noch nicht entschieden, ob die Eiweissstoffe des Protoplasmas der in der Keimung neugebildeten Zellen hierbei nicht zum Theil neu entstehen. Die niederen Pilze wenigstens vermögen Eiweissstoffe in Lösungen, welche z. B. weinsaures Ammoniak, Zucker und die anorganischen Nährsalze enthalten, ohne Chlorophyll zu bilden (Pasteur u. A.).

Da die Pflanzenstoffe alle C enthalten, den ihnen die eingeathmete Kohlensäure mit dem

Wasser liefert, so können sie als mehr oder weniger veränderte Kohlensäureatome an werden. Man kann z. B. den Zucker in seiner einfachsten empirischen Formel als säure auffassen, in welcher 1 Aeq. Sauerstoff vertreten ist durch 2 Aeq. Wasserstoff (LIEBIG):

Kohlensäure: Traubenzucker:





oder $6(CO_2(H_2O)) = 6(CH_2O) + 6O_2 = C_6H_{12}O_6 + 6O_2$.

Die Kohlensäure wird also bei der Bildung der organischen Stoffe nicht zerlegt, son werden nur ihre Bestandtheile ausgetauscht. Die organischen Säuren in den Pflan: Oxalsäure, Apfelsäure, Citronensäure etc., pflegte man bisher meist als Zwischenglied sehen zwischen der Kohlensäure, dem Zucker, Stärkemehl und der Cellulose, welche mäligen Uebergang der Kohlensäure in einen Pflanzentheil vermitteln. LIEBIG hat geze rückwärts aus Zucker Weinsäure durch Sauerstoffaufnahme gebildet werden kann. W und Apfelsäure, die in einander übergeführt werden können, kommen z. B. in reifenden vor der Zuckerbildung in reichlicher Menge vor. Die Untersuchungen BOUSSINGAULT ergeben, dass unter der Einwirkung des Lichts auf die chlorophyllhaltige Zelle für in die letztere aufgenommene Kohlensäure (genau?) 1 Volum, d. h. das gleiche V Sauerstoff abgegeben werde. Daraus ist, wie es zunächst scheint, zu schliessen, dass, oben annahmen, der aus dem Reductionsprocess der CO_2 und des H_2O in der Pflan primär gebildete organische Stoff aus jedem Molekül $CO_2(H_2O)$ ein Atom C enthält, die mehr oder weniger direkte Entstehung von Kohlehydraten aus CO_2 und H_2O hi würde. Entstünden in der Zelle zunächst organische Säuren von höherem Sauersto wie z. B. Apfelsäure, Weinsäure etc., so müsste, wie HOPPE-SEYLER meint, wenige stünden zunächst Fette, so müsste dem Volum nach mehr Sauerstoff abgeschieden als genommen werden. Diese Meinung nimmt aber nicht genügend Rücksicht auf die zah gleichzeitig in der Pflanzenzelle vorgehenden chemischen Processe, welche im — Sinne sich an der Gesammt-Sauerstoffproduction betheiligen. Die letztere, wie sie GAULT quantitativ bestimmte, ist ein höchst zusammengesetztes s. v. v. Compromi sultat, hervorgehend aus den Processen des O-verbrauchenden Pflanzenstoffwe und der O-liefernden Pflanzenassimilation (cf. oben). Dabei schreitet in der F zelle die Bildung von organischen Säuren, welche weniger O liefert, und die von Fetten etc., welche mehr O liefert, neben der Bildung von Kohlehydraten, das der aufgenommenen CO_2 gleiche Volum O liefert, einher, und zwar, wie wir wi verschiedenen quantitativen Verhältnissen je nach der Lebensperiode und den allg Lebensbedingungen des vegetabilen Organismus. Die Gleichheit der Volumina der ei menen CO_2 und des abgegebenen O ist also nur eine zufällige und unter physiol Bedingungen schwankende. Eine nähere Analyse des Vorgangs der Zuckerbildung BAEYER (cf. S. 69). — Für die Erzeugung der Albuminate in den Pflanzen finden wi Nährpflanzen, die am reichsten daran sind, kaum eine stickstoffhaltige Substanz, ausser niak, an die wir ihre Bildung knüpfen könnten. Sie entstehen vielleicht durch die Ver von Ammoniak mit Zucker und unter Austreten von Wasser und Sauerstoff, indem irgend einer Weise sich Schwefel mit diesem Atomcomplex vereinigt (LIEBIG). W. setzt an Stelle des Ammoniaks das Asparagin, eine Amidoverbindung der Apf

$$\left.\begin{matrix} C_4H_4O_3 \\ H_2 \\ H_2 \end{matrix}\right\} N_2 + H_2O,$$

zunächst für die Eiweissbildung in keimenden Pflanzen, z Papilionaceen. Die eingelagerten Reserveeiweissstoffe sollen Asparagin bilden kön dann wieder rückwärts zur Eiweissbildung Verwendung fände. HLASIWETZ und H suchen die Anwesenheit eines Kohlehydrates in der Zusammensetzung der Eiweissstof Vergleichung der analogen Zersetzuungsprodukte der Eiweissstoffe und Kohlehy sichern.

Die Thierzelle.

Wir sehen das Leben der Pflanze an einen innigen Wechselverkehr mit Atmosphäre und Boden geknüpft; ebenso kann das thierische Leben nicht ohne eine beständige Verbindung mit diesen Agentien bestehen. Der Verkehr der Pflanze und des Thieres mit Luft und Erde erscheinen aber zunächst im innersten Wesen verschieden.

Während die grünen Pflanzenorgane Luftbestandtheile — CO_2, H_2O, NH_3 — in sich aufnehmen, um organische, hochzusammengesetzte Stoffe daraus zu bilden, bedarf das Thier der Luft, um die complexen organisch-chemischen Bestandtheile seines Leibes mit Hülfe des Sauerstoffes zu einfacheren Gebilden zu zersetzen. Während die Pflanzen der Luft Kohlensäure entziehen und ihr dafür Sauerstoff zurückgeben, nehmen dagegen die Thiere Sauerstoff aus der Atmosphäre in sich ein, um ihn vorzüglich als Kohlensäure und Wasser wieder auszuscheiden. Der Kohlenstoff dieser Kohlensäure, der Wasserstoff dieses Wassers stammt von den umgesetzten Geweben, deren aus den Pflanzen in der Nahrung aufgenommene Stoffe sich zersetzen unter Mitwirkung des in der Athmung eintretenden Sauerstoffs. In der Pflanze sind die chemischen Verbindungen, welche den Thierkörper zusammensetzen, aus Kohlensäure entstanden, sie sind mehr oder weniger veränderte Kohlensäureatome, in denen Sauerstoff durch andere Elementarstoffe oder deren Verbindungen ausgetauscht wurde. In dem animalen Körper verwandeln sie sich unter Wiederaufnahme von Sauerstoff wieder rückwärts in Kohlensäureatome, in das, was sie ursprünglich waren. Es entstehen endlich wieder die einfachen Nährstoffe der Pflanzenzelle, oder wenigstens Stoffe, welche nach der Trennung vom thierischen Organismus sehr leicht und rasch in jene sich umbilden. Für die grüne Pflanze ist die Luft Hauptnahrungsmittel; für das Thier ist sie Vermittlerin seines Stoffumsatzes, auf welchem alle seine aktiven Lebensthätigkeiten, seine Wärme- und Electricitäts-Produktion, die Möglichkeit seiner mechanischen Kraftleistungen beruht.

Die Haupt-Lebenserscheinungen der chlorophyllhaltigen Pflanzenzelle (Assimilation) sind geknüpft an einen Austritt von Sauerstoff; die Haupt-Lebenserscheinungen der Thierzelle (äussere mechanische Leistungen) an eine Aufnahme von Sauerstoff.

Bei der grünen Pflanzenzelle führen die Momente, welche der Grund des Sauerstoffaustrittes sind, zu einer Massenzunahme; die Sauerstoffaufnahme der thierischen Zelle verbindet sich mit einer Zersetzung ihrer Stoffe und führt damit im Wesentlichen zu einer Abnahme an organischen Bestandtheilen.

Von einem erwachsenen menschlichen Organismus, von einem Mittelgewicht von etwa 65 kg, werden im Tage 700 bis 1000 Gramm Sauerstoff aufgenommen, die an Körperbestandtheile gebunden den Organismus wieder verlassen. Bedenken wir, dass der menschliche Körper sich zu etwa zwei Dritttheilen aus Wasser (58,5%) und sonstigen anorganischen Stoffen zusammengesetzt zeigt, welche unter den Lebensbedingungen des Organismus eine höhere Oxydation nicht mehr zulassen, so ist es klar, dass der eigentlich organische oxydirbare Theil des Körpers in kürzester Zeit vollständig in Luft aufgelöst wäre, wenn nicht für den beständigen Verlust, den er erleidet, ihm ebenso beständig Ersatz von aussen geboten würde. Wir sehen, dass der thierische Organismus darauf

angewiesen ist, fort und fort Nahrung, aus organischen Stoffen bestehend, sich zuzuführen, durch welche der erlittene Verlust ausgeglichen wird. Dieses Ausgleichen ist unter normalen Verhältnissen so vollständig, dass nach Ablauf eines Jahres der erwachsene Körper kaum eine Gewichtsveränderung erlitten hat.

Obwohl das Thier seinen Körperkohlenstoff in Kohlensäure verwandelt und diese beständig an Stelle des verzehrten Sauerstoffes der Atmosphäre übergibt, nimmt trotzdem der Kohlensäuregehalt der Luft, der auch durch Verbrennung und Verwesung von Pflanzenstoffen, durch vulkanische Ursachen sowie durch die Thätigkeit der chlorophyllfreien Pflanzen und Pflanzenorgane dasselbe Gas fortwährend zuströmt, im Allgemeinen nicht zu, ihr Sauerstoffgehalt nicht ab. Ohne die Pflanzenvegetation wäre dies Gleichbleiben der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft unmöglich. Durch die Thätigkeit der grünen Pflanzen im Lichte wird der Luft wieder die zugeführte Kohlensäure entzogen und dafür Sauerstoff zurückgegeben, so dass, wie gesagt, die Zusammensetzung der Luft, abgesehen von localen Störungen, im Grossen und Ganzen niemals eine erkennbare Veränderung zeigt. Um die 700—1000 Gramm Sauerstoff der Luft zurückzugeben, welche ein Mensch in einem Tage zur Athmung verbraucht, müssen durch Pflanzenvegetatien 17—20 kg. Cellulose oder Pflanzenfaser aus Kohlensäure und Wasser gebildet werden.

Alle organischen Stoffe, welche das Thier in sich aufnimmt, stammen aus dem Pflanzenreiche. Auch das fleischfressende Thier bezieht seine Nahrung mittelbar von der Pflanze. Es erhält von dem pflanzenfressenden Thiere, das ihm zur Nahrung dient, seine Körperbestandtheile bereits fertig gebildet, gleichsam in concentrirter Form. Der Pflanzenfresser hat sich die betreffenden Stoffe aus dem Pflanzenreiche angeeignet, zwar ebenfalls schon in einer Form, um sie direct zum Ersatz seines beständigen Stoffverlustes brauchen zu können, aber noch gemischt mit chemischen Verbindungen, welche für ihn theils geringen, theils gar keinen Nahrungswerth besitzen.

So gestaltet sich also die Ernährung der Thiere in wunderbarer Einfachheit. Das Thier erhält in seiner Nahrung die Hauptbestandtheile seines Körpers bereits fertig gebildet; seine Nahrung enthält die Stoffe bereits so zubereitet, dass sie sich direct in seine Organe verwandeln können.

Der animale Organismus ist im Stande, alle seine Bedürfnisse an organischen Nährstoffen auf Kosten des Eiweisses zu befriedigen. Das Eiweiss, die Albuminate, die höchsten Produkte der assimilirenden Thätigkeit der Pflanzenzelle, enthalten alle anderen Stoffgruppen gleichsam implicite in sich. Aus dem Eiweiss können sich die im Thierkörper vorkommenden Kohlehydrate und Fette bilden, es entstehen aus seiner organischen Zersetzung die stickstoffhaltigen Körperstoffe, welche zum Theil noch verwendbare Spannkräfte für die Krafterzeugung des Thieres enthalten. Alle verbrennlichen Bestandtheile des thierischen Leibes sind bei der alleinigen Ernährung mit Albuminaten als veränderte Eiweissatome zu betrachten, ganz so wie die Bestandtheile der Pflanze veränderte Kohlensäureatome sind.

Bei der gemischten Nahrung der Thiere besteht nur der Unterschied, dass hier neben Albuminaten auch noch die Vorstufen der Bildung desselben in den Pflanzenzellen (Kohlehydrate und Fette etc.) direct aufgenommen werden, die bei Eiweisskost allein aus der Rückbildung der Albuminate entstehen. Wie sie

aber in den Organismus gelangen, ist für ihre Verwendung in demselben gleichgültig.

Das Wasser und die anorganischen Salze, welche sich in den thierischen Organen finden: die phosphorsauren Alkalien und Erden (Kalk und Bittererde), die kohlensauren Erden, Chlorkalium und Chlornatrium, schwefelsaure Alkalien, Eisen und Kieselerde stammen theils auch aus der von den Pflanzen entlehnten Nahrung, in der sie stets vorhanden sind, theils werden sie im Trinkwasser, das sie gelöst enthält, aus dem Boden aufgenommen.

Der Leib der Thiere und des Menschen wird also durch Vermittelung der Pflanzen aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak nebst einigen anorganischen Stoffen der Erdrinde erzeugt; die chemische Grundlage des thierischen Lebens sind die Bestandtheile der Luft und der Erde.

Die Pflanze bildet, wie wir oben sahen, die organischen Stoffe zunächst aus den einfachen Nährstoffen, die ihr Luft und Erde zuführen, durch Austausch der Bestandtheile unter gleichzeitiger Abscheidung von Sauerstoff; in ganz analoger Weise findet unter gleichzeitiger Aufnahme von Sauerstoff in dem Thiere umgekehrt die regressive Stoffmetamorphose statt, welche wieder zu den Anfangsgliedern der Stoffbildung in der Pflanze zurückführt.

Man hat, wie gesagt, diesen Process der Abscheidung des Sauerstoffs durch die Pflanzen mit der Bezeichnung Reduction, den Vorgang der Sauerstoffaufnahme von Seite der Thiere und die damit verknüpfte Stoffzersetzung mit der Bezeichnung Oxydation belegt. Es wäre aber falsch, dabei an eine gewöhnliche Verbrennung zu denken, es ist ein Dissociationsvorgang unter Aufnahme von Sauerstoff (cf. Athmung). Der Vorgang der Verbindung des Sauerstoffs mit den verbrennlichen Elementen des thierischen Körpers ist ganz anderer Art und sehr verschieden von den gewöhnlichen Verbrennungsprocessen, nie wird im lebenden Körper Kohlensäure erzeugt durch directe Verbindung des Kohlenstoffs mit Sauerstoff. Denselben oder wenigstens einen analogen Weg, wie ihn die Stoffbildung in der Pflanzenzelle aufwärts macht, durchläuft im Wesentlichen der Vorgang der Stoffzersetzung im Thiere rückwärts, indem sich in beiden Fällen die Bestandtheile gegen einander austauschen.

A. Baeyer gibt eine näher eingehende Hypothese über die Bildung des Zuckers in der Pflanze aus $CO_2(H_2O)$. Er stützt sich dabei auf die Angabe Bullerow's, dass bei Behandlung des Formylaldehyds mit Alkalien ein zuckerartiger Körper entstehe. Unter der Einwirkung des Sonnenlichtes und Chlorophylls erleide die Kohlensäure dieselbe Dissociation wie durch hohe Temperaturen, es entstehe unter Abspaltung von O Kohlenoxyd, das sich nun durch Verbindung mit zwei Wasserstoff aus dem Wasser in $CO + H_2 = CH_2O$, d. h. Formylaldehyd, verwandele, der sich dann unter der Einwirkung des Zellenchemismus ebenso in Zucker, resp. einen zuckerähnlichen Körper umwandeln könne, wie durch Alkalien. Andere complicirtere Wege der Zuckerbildung sind dabei vielleicht nicht ausgeschlossen. Unter der Einwirkung von Alkalien entstehen aus Traubenzucker und anderen Kohlehydraten nach Hoppe-Seyler Brenzcatechin $C_6H_4\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right.$ Ameisensäure, Aethylidenmilchsäure, Kohlensäure. Ganz analog ist die Zersetzung der Kohlehydrate durch Einwirkung von Wasser im zugeschmolzenen Rohr. Hoppe-Seyler glaubt annehmen zu dürfen, dass so auch im Thierkörper, vielleicht unter Mitwirkung von Fermenten, die Zersetzung dieser Stoffe vor sich gehe; umgekehrt könnte sich in den Pflanzen vielleicht durch Verbindung derselben Stoffe die Bildung des Zuckers erklären. Für diese Annahme erscheint der Nachweis des Vorkommens von Brenzcatechin in vielen Pflanzen von Wichtigkeit.

In neuerer Zeit wird wieder vielfach darauf hingewiesen, dass die chemischen Lebensvorgänge in der Thier- und Pflanzenzelle sich theilweise an die Gährungserscheinungen anreihen, oder dass sie, wie das Liebig constatirte, eine gewisse Aehnlichkeit mit den Pro-

cessen der Fäulniss resp. Verwesung, d. h. Fäulniss bei Anwesenheit von Sauerstoff erkenn lassen. Namentlich hat sich Hoppe-Seyler in neuerer Zeit mit diesen Vorgängen beschäfti und theilweise wichtige neue Gesichtspunkte für ihre Auffassung gewonnen. Nach seiner si vorwiegend an die Anschauungen Liebig's anschliessenden Darstellung sind Gährungserreg oder Fermente complicirte organische Stoffe (keine Eiweisskörper), welche, selbst leicht ve änderlich und stets mit der Fähigkeit begabt, Wasserstoffhyperoxyd zu zerlegen, im Stanc sind, unter Mitwirkung von Wasser in hinreichend verdünnten Lösungen und bei genügend Temperatur (über 0°) andere Stoffe in der Weise zu verwandeln, dass Körper entstehen vo zusammen geringerer Verbrennungswärme, als diejenigen Stoffe, aus denen sie gebildet sind Ihre Wirkung verglich Liebig mit der des feinvertheilten Platins auf gewisse anorganische un organische Stoffe und Mischungen. Einen Theil dieser »Fermente« hat man von lebenden Organismen, die sie enthalten, noch nicht zu trennen vermocht, bei der chemischen Zerlegun der letzteren werden sie mit zerstört, ähnlich wie es nicht gelingt, z. B. contractile Substan aus dem Zellprotoplasma abzuscheiden (Hoppe-Seyler). Andere Fermente sind in Wasse und anderen Flüssigkeiten, z. B. Glycerin, löslich, lassen sich aber auch in diesen Lösunge nur sehr schwer namentlich von anhaftenden Eiweissstoffen reinigen. Durch höhere Temperaturen werden alle Fermente bei Gegenwart von Wasser schon unter 100°, meist schon unte 60° zerstört, während sie theilweise ein Erhitzen in vollkommen trockenem Zustande, ohne ihre Wirksamkeit zu verlieren, vertragen, z. B. Emulsin und Pepsin. Man unterscheidet jen Fermente, welche man von den sie erzeugenden Organismen noch nicht zu trennen vermoch hat, als geformte Fermente von den zu trennenden als den ungeformten Fermenten Letztere wirken in den Verdauungssäften des Menschen und der Thiere, kommen aber auc im Pflanzenreiche weit verbreitet vor. Schwach sauere Beschaffenheit der Lösung bedürfe einige Fermente zu ihrer Wirkung (animalisches Pepsin und vegetabilisches Pepsin), für di Wirkung der Diastase ist sie nicht schädlich, die Milchsäuregährung wird durch sie wenig beeinträchtigt, andere Gährungen stört sie vollkommen. Aetzalkalien zerstören alle Fermente, ebenso die Salze schwerer Metalle (Eisen, Zink, Blei, Silber, Quecksilber). Einige Fermente, wie das der Alkoholgährung, werden schon mit dem Tode der Organismen, in welchen sie enthalten sind, zerstört, Behandlung mit Aether, Chloroform macht sie unwirksam.

Hoppe-Seyler theilt die **Fermentwirkungen** folgendermassen ein:

I. Umwandlung von Anhydriten in Hydrate.

A. *Die Fermente wirken wie verdünnte Mineralsäuren in der Siedetemperatur.*

1. Uebergang von Amylum und Glycogen in Dextrin und Traubenzucker (Diastase, Ptyalin, diastatisches Pankreasferment).

2. Umwandlung von Rohrzucker in Traubenzucker und Fruchtzucker (Ferment der Bierhefe und vieler höherer Pflanzen).

3. Umwandlung von verschiedenen Benzolglycosiden in Zucker und ein oder mehrer einfachere Benzolderivate (durch Emulsin, z. B. Salicin in Zucker und Saligenin).

4. Spaltung von Schwefelverbindungen in Zucker, Schwefelsäure und ein Senföl (durc Myrosin bei der Entstehung der flüchtigen Cruciferenöle).

B. *Die Fermente wirken wie Aetzalkalien in höherer Temperatur. Fermentative Verseifung.*

1. Spaltung der Aether, Fette u. dergl. in Alkohol und Säure (Fettspaltendes Ferment de Pankreas und faulende Stoffe, welche z. B. aus den Körperfetten das Leichenwachs, Adipocire, bestehend aus palmitin- und stearinsaurem Kalk, bilden).

2. Zerlegung von Amidverbindungen unter Wasseraufnahme (Fäulnissfermente, z. B Umwandlung des Harnstoffs in kohlensaures Ammoniak). Hierher scheinen auch die Zersetzungen der Eiweissstoffe und Albuminoide (Glutin, Chondrin etc.) durch Fäulniss allei oder unter Mitwirkung des Pankreasferments zu gehören.

II. Fermentative Umwandlungen mit Uebergang von Sauerstoff vom Wasserstoff an Kohlenstoffatome.

1. Milchsäuregährung.
2. Alkoholgährung.
3. Fäulnissprocesse durch Micrococcen und Bacterien etc. Sie werden zerstört durch Erhitzen in Wasser über 53°, am raschesten verlaufen ihre Wirkungen bei Temperaturen zwischen 25—40°. Der Schlamm der städtischen Cloaken scheint die schnellste Fäulniss zu geben. Sie zerlegen unter Mithülfe von Wasser Ameisensäure in Kohlensäure und Wasserstoff; Cellulose in Kohlensäure und Sumpfgas; Milchsäure in Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoff; Apfelsäure in Kohlensäure und Milchsäure, welche dann weiter zerlegt wird. Glycerin mit faulendem Fibrin liefert bei Abschluss der Luft Buttersäure, Butteressigsäure, Bernsteinsäure, Kohlensäure, Wasserstoff. Die Eiweissstoffe werden durch Fäulnissfermente rasch zerlegt. Aus unlöslichen Eiweissstoffen, z. B. Fibrin, bildet sich zunächst eine dem Myosin ähnliche, im Wasser sich lösende Globulinsubstanz neben einem anderen Eiweisskörper, dann Pepton, daraus Ammoniak, Kohlensäure, Leucin, Tyrosin, Indol, Buttersäure, kein Wasserstoff.

Verwesung = Fäulniss bei reichlicher Anwesenheit von Sauerstoff.

Bei einer grossen Anzahl dieser Zerlegungen durch Fäulnissfermente wird Wasserstoff frei, welcher bei ungenügender Gegenwart von Sauerstoff sich auf Kosten der übrigen entstehenden Substanzen oxydirt, d. h. Reduction eines Theils der vorhandenen Stoffe bewirkt, wofür die angeführten Zersetzungen Beispiele ergeben. Ist genügend Sauerstoff vorhanden, so finden keine Reductionen statt, sondern der freiwerdende Wasserstoff verbindet sich mit dem Luftsauerstoff zu Wasser unter Wärmeentwickelung und Ozonbildung. In ganz analoger Weise verlaufen nach Hoppe-Seyler u. A. die chemischen Vorgänge im lebenden Protoplasma. (cf. auch unten Fermente.)

Bestandtheile des Thierkörpers.

Albuminstoffe.

Im abgestorbenen Protoplasma, wie es der chemischen Analyse unterworfen wird, bilden im Wasser gelöste oder gequollene Eiweissstoffe, Albuminate, die Hauptmasse der charakteristischen Bestandtheile. Ihre ausschlaggebende Bedeutung für das Leben wollte Mulder mit dem Namen Proteinstoffe charakterisiren, d. h. Stoffe, welche den ersten Platz einnehmen (von πρωτεύω). Wie sich die Albuminate im lebenden Protoplasma verhalten, ist durch die bisherigen Untersuchungen noch keineswegs vollkommen aufgehellt. Nur das steht fest, dass sich die »reinen Eiweissstoffe«, wie sie die physiologische Chemie kennt, durch mehr oder minder eingreifende chemische und physikalische Umwandlungen, welche sie erlitten haben, unterscheiden von den »wahren Proteinsubstanzen«, welche der »lebende Stoff« in der Zelle sind. Doch kennen wir einige hierher zu rechnende Stoffe, welche uns immerhin Fingerzeige geben, wie wir uns vielleicht das Verhalten der »Proteinsubstanzen« im lebenden Protoplasma vorzustellen haben. Der animale Organismus verwandelt bei der Verdauung die ihm in irgend einer Form: gelöst, gequollen oder fest übergebenen verschiedenartigen Albuminate zunächst in ein und denselben durch sein chemisches Verhalten wohlcharakterisirten Eiweissstoff: Albuminpepton. Durch den Vorgang der Eiweissverdauung, d. h. Peptonbildung, in den Eingeweiden werden die verschiedenen Eiweissstoffe befähigt, als Flüssigkeiten in die Säfte- und Organmasse des Körpers einzutreten und hier an den chemischen Vorgängen des Lebens theilzunehmen. Hiebei erlangen sie durch grösstentheils noch unaufgehellte Processe die verschiedenen chemischen und physikalischen Eigenschaften, mit welchen sie uns im Organismus entgegentreten. Der Nachweis der Verdauungsfermente in den Organen lehrte uns aber, dass neben der visceralen Verdauung auch eine Organverdauung besteht, dass

ganz analoge Veränderungen, wie sie die Bewegung der Albuminate bei der Nahrungsaufnahme des Gesammtorganismus vom Pflanzenreich in die animalen Körper vermittelt, auch den Bewegungen der Eiweissstoffe im Organ selbst von Zelle zu Zelle vorstehen. Für die animale Zelle ist daher das **Albuminpepton** der erste und wichtigste Eiweissstoff, weil sich aus ihm alle anderen animalen Albuminate bilden. ADAMKIEWICZ erklärt in diesem Sinn das Pepton für den allgemeinen Bildungsstoff der Gewebe.

Einen zweiten Fingerzeig zur Beurtheilung des Verhaltens der Albuminate im lebenden Protoplasma gibt uns das Hämoglobin, der rothe Blutfarbestoff, auf dessen Anwesenheit und Wirkung im höheren animalen Organismus die wichtigsten Lebensfunktionen, Aufnahme und Abgabe von Sauerstoff, basiren. Das Hämoglobin ist eine chemische Verbindung eines Albuminats mit einem oder mehreren anderen organischen Stoffen, es liefert bei seiner Zersetzung Albuminat (cf. unten Chemie des Blutes). Im lebenden Organismus sind vielleicht die Mehrzahl aller primär aus dem Albuminpepton hervorgegangenen Albuminate chemische Verbindungen theils mit anorganischen Salzen, theils mit organischen Stoffen, unter welchen phosphorhaltige Substanzen, wie Lecithin, eine wichtige Rolle zu spielen scheinen. Das verschiedene chemische Verhalten der durch verschiedenartige Zersetzung des Protoplasmas und der animalen Flüssigkeiten im Laboratorium hergestellten Albuminate bezieht sich, wie es scheint, nicht zum geringen Theil auf »chemische Verunreinigungen« dieser Stoffe (z. Thl. durch Salze etc.), mit anderen Worten darauf, dass hier die Trennung und Zerlegung der Albuminatverbindungen, wie sie im lebenden Organismus bestanden, nur eine mehr oder weniger unvollkommene ist. AL. SCHMIDT will, was anderen Forschern bisher noch nicht zu bestätigen gelungen ist, Albuminate mittelst Diffusion durch eine gewisse Sorte von Pergamentpapier vollkommen aschefrei erhalten haben, mit abweichenden Eigenschaften von der Mehrzahl der übrigen bekannten Eiweissstoffe. Die physiologische Bedeutung der unten aufgeführten Albuminatmodificationen ist daher theilweise eine in gewissem Sinne beschränkte, bei deren Beurtheilung wir die oben gegebenen Gesichtspunkte nicht aus den Augen verlieren dürfen.

Die Versuche einer Classificirung der verschiedenen Eiweissstoffe sind bisher noch wenig von Erfolg gekrönt gewesen. Des meisten Beifalls hat sich bei den Physiologen die Eintheilung HOPPE-SEYLER's zu erfreuen, dessen Synopsis der hauptsächlichsten Albuminstoffe wir im Folgenden etwas verkürzt geben.

1. *Gelöste Albuminstoffe.*

A. In Wasser lösliche Eiweissstoffe.

I. 1. Pepton, durch Säuren, Alkalien und Erhitzen nicht fällbar.

II. Albumine, durch sehr verdünnte Säuren, kohlensaure Alkalien und Kochsalz nicht fällbar, fällbar durch Erhitzen:

2. Serumalbumin. 3. Eieralbumin.

B. In Wasser unlösliche Eiweissstoffe.

a. löslich in verdünnter Chlornatriumlösung:

III. Globuline: beim Erhitzen der Lösung coagulirend, verdünnte Salzsäure löst sie zu Syntonin:

4. Vitellin. 5. Myosin. 6. Serumglobulin.

b. unlöslich in Chlornatriumlösung:

IV. Albuminate, leicht löslich in sehr verdünnter Salzsäure, sowie in kohlensaurem Alkali.

α. durch Kochen und Neutralisiren der Lösung, bei Gegenwart von phosphorsaurem Alkali nicht fällbar:

7. Caseïn. 8. Alkalialbuminat.

β. durch Neutralisirung der Lösung nicht fällbar:

9. Syntonin, Acidalbumin.

2. *Ungelöste Albuminstoffe,*

nlöslich in Wasser:

V. 10. Fibrin, in Salzlösungen (Chlornatrium) wie verdünnten Säuren quellend:

VI. unter den obigen (V.) Umständen nicht quellend:

11. Coagulirte Albuminstoffe, durch Magensaft verdaulich, durch Jod gelb gefärbt.

12. Amyloid, durch Magensaft nicht verdaulich, durch Jod violett oder braunroth gefärbt.

Wir schliessen hier noch eine etwas nähere Charakteristik der Albuminstoffe, vorzüglich ich Gorup-Besanez, an.

I. Peptone. **Albumin-Pepton.** Eine der wichtigsten Eigenschaften der Organ-Albumine für den Organismus ist die, dass sie mit Wasser schwer diffundirbare Lösungen den, sie sind Colloidsubstanzen (Graham), welchen die Fähigkeit, auch wenn sie, meist mit ilfe von Salzen, eine Lösung darstellen, durch endosmotischen Verkehr Membranen zu rchdringen nur in geringem Grade zukommt. Sie ertheilen dadurch dem Protoplasma der len die Fähigkeit, sich verhältnissmässig selbständig gegen wässerige Lösungsmittel zu alten. Diese geringe Diffusionsfähigkeit beschränkt aber auch die Fähigkeit der Eiweissffe zur Ernährung, die z. Thl. endosmotische Durchdringung der zu ernährenden Organe aussetzt. Durch die Eiweiss-Verdauung wird den gelösten Albuminaten die Fähigkeit zur fusion ertheilt und auch in festem Zustand aufgenommene Albuminate in verhältnissmässig cht diffundirende Lösungen verwandelt (cf. Fermente). Das hiebei entstehende, leicht diffundirende Albuminat hat den Namen Pepton erhalten. Es findet sich vorwiegend im Magen- nd Dünndarm-Inhalt während der Verdauung. Es ist getrocknet ein amorpher, weisser, ruchloser Körper, welcher mit geringen, noch nicht sicher constatirten Schwankungen in der sammensetzung und den Eigenschaften (Meissner's a-, b- und c-Pepton, Brücke's Alcophyr nd Hydrophyr etc.) mit den Albuminaten in der procentischen Zusammensetzung identisch t (Thiry, R. Maly, Adamkiewicz, R. Herth). Im Organismus entstehen aus den Peptonen die rschiedenen Organ-Albuminate. (R. Maly, P. Plosz, Adamkiewicz.) Maly hält die Peptone r Hydrate der Albuminstoffe. Ihre Lösungen lenken den polarisirten Lichtstrahl stark nach nks. Setzen wir den Diffusionswiderstand durch Membranen des gelösten Albumins = 100, so beträgt der des Peptons nur 7—10 (Funke). Eine zweite Haupteigenschaft der Peptone ist die, dass sie die Eigenschaft der Fällbarkeit unter vielen im Organismus gegebenen Bedingungen nicht zeigen. Die Peptone werden nicht gefällt, wodurch sie sich von anderen Albuminaten unterscheiden: durch Kochen, durch verdünnte Mineralsäuren, durch Essigsäure, durch Essigsäure und Neutralsalze, durch schwefelsaures Kupferoxyd, durch Eisenchlorid und Ferrocyankalium. Alkohol erzeugt in concentrirten, neutralen Lösungen flockigen Niederschlag, der in verdünntem Weingeist löslich ist. Gerbsäure, Chlor und Jod, Quecksilberchlorid, Bleiessig, Ammoniak, in saurer Lösung glyco- und taurocholsaures Natron fällen die Peptone wie andere Albuminate. Als charakteristische, den Albuminaten im Allgemeinen angehörige Reaktionen sind noch zu nennen: 1) Mit salpetersaurem Quecksilberoxyd und etwas salpetriger Säure erwärmt, färben sie sich schon bei 60°—100° C. roth (Millon's Reaktion). Diese Reaktion ist identisch mit der auf Tyrosin, das als Zersetzungsprodukt der Albuminate auftritt. 2) Mit Salpetersäure färben sich die Peptone wie die Albuminate gelb (Xanthoproteinreaktion), Alkalien verwandeln diese Färbung in eine rothe. 3) Mit sehr verdünnter Kupfervitriollösung und Kali geben sie eine blau-violette Färbung. — Ein bei der Magenverdauung gebildetes Zwischenprodukt: Parapepton (Meissner) ist wahrscheinlich identisch mit dem Syntonin (cf. dieses). Die Peptone entstehen auch durch Einwirkung von Säuren (v. Wittich), und Aetzalkalien, durch fortgesetztes Kochen oder Kochen bei erhöhtem Druck, auch bei der Fäulniss (Meissner) sollen Peptone oder ihnen ganz analoge Stoffe entstehen, ebenso bei der Einwirkung von Ozon auf Albuminate (von Gorup-Besanez).

Bei der Verdauung wird der Leim in ein »Leimpepton« umgewandelt, das sich von

dem Leim durch den Mangel des Gelatinirungsvermögens unterscheidet und auch lan durch verdünnte Säuren entsteht. Wie letztere, zieht der saure Magensaft aus den lei gebenden Geweben Leim und Chondrin aus, und zwar rascher als die Säur Auch aus Mucin hat man ein leicht diffundirbares Mucinpepton dargestellt durch l von dem aber noch nicht erwiesen ist, dass es auch bei der Verdauung entsteht, wurde es im Körper in Ovarialcysten nachgewiesen v. Gorup-Besanez. Cf. Magenverd

Die Albuminstoffe lenken in wässeriger Lösung alle den polarisirten Lichtstrahl nach ab. Durch trockene Destillation, oxydirende Agentien, Säuren und Alkalien, Fäuln Pankreas-Verdauung entstehen aus ihnen eine Menge von Zersetzungsprodukten, d Ameisen- und Essigsäure, Benzoësäure, Bittermandelöl und zwei krystallisirte stickstof Verbindungen: Leucin und Tyrosin u. a. m. Harnstoff findet sich unter ihren kün Zersetzungsprodukten nicht. Sie geben die Millon'sche und die Xanthoproteinreaktion. auch in kaustischen Alkalien gelöst mit Kupfervitriollösung violett cf. Peptone, ebenso Auflösung in Eisessig durch Schwefelsäure auch noch in sehr geringen Mengen. A kroskopische Reagentien sind brauchbar vor allem 1 Jodlösung, welche s der kalte die festen Eiweissstoffe, Zellen etc. intensiv gelbbraun färbt. 2 Mit Z und Schwefelsäure färben sich feste Albuminate purpurviolett; 3 mit moly säurehaltiger Schwefelsäure färben sie sich schön dunkelblau Froehde). Ihre sammensetzung schwankt nicht unbeträchtlich Hoppe-Seyler:

C	52,7—54,5 %
H	6,9— 7,3 „
N	15,4—16,5 „
O	20,9—23,5 „
S	0,8— 2,0 „

II. Albumine. a. **Serumalbumin**, einer der verbreitetsten Stoffe im Thierorga im Blut, Chylus, Lymphe, Colostrum, Milch, in allen serösen Flüssigkeiten, in den l keiten des Fleisches und Zellgewebes, den Graaf'schen Bläschen, Amniosflüssigkeit etc logisch in Transsudaten, Eiter, Harn. Der Nachweis vergleiche bei Harn geschieh Kochen in schwachsauren Lösungen oder durch Fällung mit Salpetersäure, wobei s Eiweiss in weissen Flocken ausscheidet, durch Kohlensäure und Essigsäure ist es a dünntem Blut nicht fällbar. Nach Eichwald jun. wäre das gelöste Serumalbumin ei bindung von Albumin und Kochsalz

[redacted]

Casein. Die Eiweissstoffe liefern, wie uns Syntonin und Casein lehren, Verbindungen sowohl mit Säuren als Alkalien, von denen die ersteren (Säurealbuminate, Syntonin) durch verdünnte Alkalien (resp. Neutralisiren), die letzteren (Alkalialbuminate, Casein) durch verdünnte Säuren gefällt werden können. Die alkalische Milch gerinnt beim Kochen nicht, sie thut das erst, wenn sie spontan oder durch Säurezusatz (Milchsäure, Essigsäure) schwach sauer geworden ist. Bei dem Kochen an der Luft bildet Milch eine Haut von unlöslich gewordenem Casein. Milch mit frischem (oder getrocknetem) Kälberlabmagen bei 40° digerirt scheidet alles Casein aus, wahrscheinlich durch Milchsäurebildung aus Milchzucker (Ferment?).

Syntonin, Säurealbuminat, Acidalbuminat (Panum), wohl identisch mit dem Parapepton Meissner's. Es entsteht aus allen Albuminaten unter Salzsäureeinwirkung. Es ist in verdünnten Alkalien und in 1 pro mille Salzsäure (cf. Magensaft) leicht löslich und fällt aus beiden Lösungen bei dem vorsichtigen Neutralisiren heraus, genau wie das Neutralisationspräcipitat, **Parapepton**, bei der Magenverdauung. Es zersetzt Wasserstoffsuperoxyd nicht. Das Syntonin ist der hauptsächlichste Eiweisskörper in dem Infusum carnis frigide paratum s. Liebig (cf. Nahrungsmittel). Es wird durch concentrirtere Kochsalzlösungen gefällt. Je nach der bei der Behandlung mit Aetzbaryt abgegebenen Stickstoffmenge unterscheidet O. Nasse mehrere Arten von Syntonin, A- und B-Syntonin. Eichwald findet, dass durch Wasser allein Albumin und Albuminate in Syntonin umgewandelt werden können. Syntonin gehört nach Hoppe-Seyler nicht zu den Globulinen.

V. Globuline. — **Myosin** (Kühne) scheidet sich aus dem Muskelplasma bei dem Absterben desselben durch Zusatz sehr verdünnter Säuren als gallertiges Gerinnsel ab. Auch im Eiter, im Axencylinder der Nerven und im Protoplasma der Zellen ist Myosin enthalten. Es zersetzt Wasserstoffsuperoxyd wie Fibrin. Durch seine Ausscheidung beim Absterben der Muskeln und Zellen, wobei durch Fleischmilchsäure der Muskelsaft und Zellsaft sauer wird, wird das Gewebe selbst starr. In schwachen Säuren und Alkalien löst sich das Myosin, auch in verdünnten Kochsalzlösungen; concentrirte (10—20%) fällen es. Aus den Lösungen von Myosin in verdünnten Säuren entsteht

Serumglobulin. (Paraglobulin. Fibrinogene und fibrinoplastische Substanz. Krystallin, Globulin.) Wenig von einander verschieden, ihre procentische Zusammensetzung: C 54,5; H 6,9; N 16,5; S 1,2; O 20.9. Paraglobuline (Globuline) finden sich als wesentliche Bestandtheile des Bluts, im Serum und in den Blutkörperchen, Chylus, Eiter, in serösen Transsudaten meist nur spurweise, dann in der Krystalllinse (Krystallin). Darstellung: Wird Paraglobulinlösung, z. B. Blutserum, stark mit Wasser verdünnt und Kohlensäure eingeleitet, so entsteht Trübung und beim Stehen flockiger Niederschlag, den man mit kohlensäurehaltigem Wasser auf dem Filter auswaschen kann. Es löst sich ziemlich vollständig wieder beim Schütteln mit Wasser und Luft. Das sonstige chemische Verhalten der Globuline ist fast ganz das des Albumins. Charakteristisch ist das Verhalten gegen Flüssigkeiten, welche keine fibrinoplastische, sondern nur fibrogene Substanz enthalten, wie die Mehrzahl der pathologischen Transsudate. Setzt man zu diesen Transsudaten Lösung von fibrinoplastischer Substanz (z. B. Blut), so erfolgt meist sofort Gerinnung, Ausscheidung von Fibrin. Darauf beruht nach A. Schmidt (unter Mitwirkung eines Ferments) die Fibringerinnung der Transsudate im lebenden Körper bei Blutzutritt, z. B. nach Punktion. **Fibrinogen**, Metaglobulin, findet sich im Blutplasma im Chylus und in serösen Transsudaten, in seinem Verhalten stimmt es fast ganz mit dem Paraglobulin überein. Es zersetzt Wasserstoffsuperoxyd lebhaft. Setzt man aber zu einer Fibrinogen (und Fibrinferment) enthaltenden Flüssigkeit fibrinoplastische Substanz, so erfolgt eine Gerinnung von Fibrin (cf. Fibrin).

Das Vitellin liefert nach Hoppe-Seyler's älterer Vermuthung bei seiner Zersetzung Eiweiss und Lecithin, neuerdings hält er das Lecithin für eine »Verunreinigung« des Vitellins. Das Vitellin wird durch gesättigte Chlornatriumlösung nicht gefällt. Es ist Bestandtheil des Eidotters; krystallisirbar. Analoge Stoffe in verschiedenen Eiern werden als Ichthin, Ichthidin und Emydin bezeichnet (cf. Chemie des Eies). Die sogenannten **Aleuronkrystalle**,

die Proteinkörner der Paranüsse bestehen aus einer Verbindung von Vitellin mit Alkali und alkalischen Erden. O. Schmieberg stellte die analoge, schön krystallisirende Magnesiu verbindung dieses Pflanzen-Vitellins dar, welches hierbei die Rolle einer sehr schwach Säure spielt.

In degenerirten Lebern (Wachsleber) und Milzen (Speckmilz) fand Virchow einen eige thümlichen Eiweisskörper: Amyloid, der seinen Namen daher hat, dass er einige Aehi lichkeit in den Reaktionen mit Amylum zeigt, er färbt sich mit Jodtinktur roth-violett. Er fan sich ausser in den genannten Drüsen hier und da auch im Gehirn, im Ependyma ventriculo rum, Rückenmark, Ganglion Gasseri, dem atrophirten Nervus opticus. Modrzejewski erhie daraus wie aus allen anderen Eiweisskörpern bei Einwirkung von Schwefelsäure Leucin un Tyrosin.

Albuminsynthese.

Es wurde oben erwähnt, dass man dem animalen Organismus, wie dem der Pflanzen auch eine Fähigkeit der Assimilation, d. h. der Bildung höher zusammengesetzter chemische Stoffe aus einfacheren zuschreibt. Ein Beispiel der Synthese ist die Verbindung der Benzoë säure mit Glycin zu Hippursäure. Das Haemoglobin, der normale Blutfarbstoff, ist ein syn thetisches Produkt der animalen Zelle, da es bei seiner Spaltung neben anderen Stoffen Albu minat liefert.

Das Haemoglobin, Haemoglobulin oder Haematoglobulin und **Oxyhaemoglobin**: C 54,00 H 7,25; N 16,25; Fl 0,42; S 0,63; O 21,45. (In dem Oxyhaemoglobin aus dem Blute der Gan fand Hoppe-Seyler 0,77 Phosphorsäure.) Das Haemoglobin verschiedener Blutarten bis Hoppe-Seyler für chemisch verschieden. Von den Albuminaten unterscheidet sich das Oxyhä moglobin durch seinen Eisengehalt und durch seine Krystallisirbarkeit. Es ist vo der grössten Wichtigkeit für die Respiration. Durch Hitze, Alkohol, Alkalien, Säuren, auc die schwächsten, selbst durch Kohlensäure bei Gegenwart von viel Wasser, zerfällt es z einem in mancher Hinsicht den Globulinen nahestehenden, aber in sauerstoffhaltigem Wasse unlöslichen Albuminat, neben welchem zugleich ein eisenhaltiger Farbstoff, Haematin entsteht, und in geringer Menge Ameisensäure und Buttersäure. Durch schwefelsäurehaltigen oder kalihaltigen Alkohol zerfällt das Haemoglobin zunächst in einen Eiweissstoff und in einen purpurrothen Farbstoff: Haemochromogen, der bei Anwesenheit von Sauerstoff sofort in Haematin übergeht (Hoppe-Seyler). Die Verbindung des Haemoglobins mit Gasen, sein optischen und näheren chemischen Eigenschaften cf. bei Blut.

Ein Produkt der Albuminsynthese ist auch **das Mucin**, Schleimstoff; es wird beim Kochen mit verdünnten Säuren in Acidalbumin, Traubenzucker und unbekannte ander Stoffe gespalten (Eichwald). Man gab ihm die procentische Zusammensetzung: C 52,2; H 7,0 N 12,6; O 28,2. Es findet sich im Secret der Schleimhäute und im foetalen Bindegewe (Rollet). Es verleiht den Flüssigkeiten, in denen es auch nur in geringer Menge aufgelös ist, eine zähe, klebrige, fadenziehende Consistenz. Nachweis: Es wird durch Essigsäu gefällt, es bildet dabei starke flockige Trübung und Ausscheidung, im Ueberschuss des Fä lungsmittels unlöslich. Dagegen löst sich der Niederschlag durch Salpetersäure in eine Ueberschuss derselben leicht und vollständig schon in der Kälte. Ebenso verhält sich Muc gegenüber Salzsäure, Schwefelsäure, dreibasischer Phosphorsäure. Kochen bewirkt wed Coagulation noch Trübung. Mucin ist als solches eine colloide Substanz, d. h. es ist unfähi zur Diffusion. Durch andauerndes Kochen einer alkalischen Lösung von Weinbergschnecke schleim konnte Eichwald sein sogenanntes Schleimpepton darstellen, das mit Essigsäu keinen Niederschlag mehr gibt, aber durch Alkohol gefällt wird und in wässeriger Lösun leicht diffundirt. Ob ein derartiges Schleimpepton auch bei der Verdauung entsteht, wodurc der Schleim resorbirbar würde, ist nicht nachgewiesen.

Produkte der regressiven Metamorphose des Albumins.

I. Albuminoide.

Durch die ersten Vorgänge der rückschreitenden Metamorphose entstehen aus den Albuminaten die sogenannten **Albuminoide**, die den Eiweisskörpern in ihrer Zusammensetzung noch nahe stehen, einige enthalten keinen Schwefel. Sie sind Colloidsubstanzen, d. h. unkrystallisirbar und (abgesehen von eingreifenden Umänderungen, z. B. in der Verdauung) unfähig wahre Lösungen zu bilden. Durch Zersetzung liefern die folgenden, wie die Albuminate, Tyrosin, meist auch Leucin in reichlicher Menge.

Hornstoff, Keratin. Aus ihm bestehen die Horngewebe: Epidermisschüppchen der Oberhaut, Nägel, Haare, Hörner, Federn. Die Epidermis besteht in 100 Theilen aus: C 50,28; H 6,76; N 17,21; O 25,01; S 0,74. Sehr ähnlich ist die Zusammensetzung der übrigen Horngewebe. Keratin ist nur in heissen Alkalien löslich, es liefert bei seiner Zersetzung Leucin und Tyrosin.

Die leimgebende Substanz, Collagen, wird durch Kochen in Leim, Glutin, verwandelt, der sich in kochendem Wasser schleimig löst, in kaltem aber zu einer Gallerte gesteht. Der leimgebende Stoff findet sich als Zwischenzellenmaterie des meisten Bindegewebes. Der Knochenleim besteht in 100 Theilen aus: C 50,40; H 6,64; N 18,34; S 0,56; O 24,08 (Mulder). Man erhält ihn durch längeres Kochen der Knochen, Sehnen, des lockigen Bindegewebes, Hirschhorns, Kalbsfüsse, Fischschuppen, Leder etc. mit Wasser. Scherer fand in leukämischem Blute einen Stoff, der sich dem Glutin sehr ähnlich verhielt. Schwefelsäure und kaustische Alkalien zersetzt das Glutin unter Bildung von Leucin, Glycin (Glycocoll = Leimzucker) und Ammoniak. Die wässerige Lösung dreht den polarisirten Lichtstrahl nach links. Alkohol und Gerbsäure schlagen den Leim nieder. Um Leim nachzuweisen, kocht man die zerkleinerte Masse 6—12 Stunden unter Erneuerung des verdampfenden Wassers, die Lösung wird heiss filtrirt und im Wasserbad genügend concentrirt, beim Erkalten gesteht der Rest der Flüssigkeit gallertig, wenn sich Leim gebildet hat, das einzig sichere Erkennungszeichen des Leims. Der Leim hat in wässeriger Lösung nicht die Fähigkeit zu diffundiren. Durch die Verdauung im Magen und Darm wird er jedoch in eine diffundirbare Lösung verwandelt, welcher auch die Fähigkeit zur Gerinnung mangelt: Leimpepton. Aus den leimgebenden und chondringebenden Geweben entsteht im Organismus durch Schwefelverlust das ganz unlösliche, schwefelfreie Elastin, welches bei seiner Zersetzung viel Leucin und wenig Glycin gibt.

Die chondrigene Substanz schliesst sich an die leimgebende an. Die permanenten Knorpel, die Hornhaut, der embryonale Knorpel, die Enchondrome liefern beim Kochen eine leimähnliche Substanz, die wie Glutin in heissem Wasser sich löst, in kaltem gallertig gerinnt: Knorpelleim, Chondrin. Es ist in 100 Theilen zusammengesetzt aus: C 47,74; H 6,76; N 13,87; S 0,60; O 31,04 (v. Mehring). Nachweis: Von dem Leim, Glutin, unterscheidet sich der Knorpelleim vor allem durch seine Unfällbarkeit durch Gerbsäure, die in seinen Lösungen nur eine schwache Opalescenz hervorruft, dagegen wird letzterer von Essigsäure bleibend niedergeschlagen, was bei Leim, der von keiner Säure ausser Gerbsäure gefällt wird, nicht der Fall ist. Bei der Zersetzung (auch durch Magensaft) liefert er Leucin und anstatt des Leimzuckers (Glycin) eine wahre gährungsfähige Zuckerart: (Chondroglycose) Traubenzucker. Diese Bildung von Zucker aus einem nächsten Abkömmling der Albuminate ist von grösster Wichtigkeit für unsere Auffassung der Umsatzvorgänge bei der Eiweisszersetzung. Ein mögliches Zersetzungsprodukt der Albuminate ist also sicher Zucker. Man kann den Knorpelleim als ein stickstoffhaltiges Glucosid, d. h. eine gepaarte Zuckerverbindung, bezeichnen.

Das Chitin aus dem Hautskelet etc. der Artikulaten und das **Hyalin** (= Chitin?) aus den Echinococcus-Blasen sind ebenfalls stickstoffhaltige Glucosite wie das Chondrin. Die Zusammensetzung des Chitins ist: C 46,32; H 6,40; N 6,14; O 41,14. Durch Kochen mit Schwefelsäure liefert es Traubenzucker und Ammoniak.

Die Reihe der aufgeführten Stoffe zeigt uns, dass aus dem Eiweiss durch rückschreiten Metamorphose gepaarte Zuckerverbindungen hervorgehen können, die neben wahrem Zucke Traubenzucker, verschiedene stickstoffhaltige Paarlinge: Leucin, Tyrosin, Ammoniak u. enthalten. Es gestattet uns diese Zersetzung der Albuminate vielleicht einen Schluss auf ih mögliche Constitution. Als ein schwefelhaltiges Spaltprodukt des Albumins werden wir noc das Taurin kennen lernen. Die nahe Verwandtschaft und die leichte Ueberführbarkeit de Zuckers in Fette in der Pflanzenzelle auch ohne Einwirkung des Chlorophylls ist oben be sprochen worden. Unzweifelhaft sehen wir Zucker und zuckerbildende Stoffe (Glycogen) unte den Produkten der regressiven Eiweissmetamorphose auftreten. Sehr wahrscheinlich ist auc die Bildung von Fettsäure aus Albuminaten, und Kühne macht darauf aufmerksam, dass da Glycogen der Leber eine Zwischenstufe zwischen Zucker und Fetten resp. Fettsäuren dar stellen könnte. Dass das Glycogen der Leber durch Genuss von Kohlehydraten gesteiger werden kann, ist mit Rücksicht auf die Entstehung des Fettes bei der Mästung z beachten. Mit Rücksicht auf die Streitfrage, ob Fett bei der Mästung aus Kohlehydraten ge bildet werden könne (Liebig), oder ob es nur aus der directen Zufuhr von Fetten (resp. Fett säuren, eine Möglichkeit, welche Kühne durch die gelungene Mästung eines Hundes mit Seif bewiesen hat) und durch Zersetzung von Albuminaten (Voit u. A.) entstehen könne, ist de Ausspruch Kühne's zu beherzigen: »Seit das Glycogen als Erzeugniss des Thierkörpers ent deckt ist, und seit man weiss, dass diese den Kohlehydraten zugehörige Substanz in der Lebe gebildet wird, selbst wenn den Thieren in der Nahrung keine Spur von Kohlehydraten, son dern nur Eiweiss gereicht wird, fällt die Frage über die Fettbildung aus Eiweis fast mit der über Fettentstehung aus Zucker zusammen. Jedenfalls fehlen noc die Grundlagen, um die Frage definitiv zu entscheiden, was nur auf chemischem Wege, abe kaum durch Fütterungsversuche gelingen kann, deren Resultat sich aus zu vielen uncontrolir baren Faktoren zusammensetzt.

Cerebrin: $C_{17}H_{33}NO_3$. Weisses, trockenes, im Wasser quellendes Pulver, aus dem Gehir von W. Müller in reichlicher Menge dargestellt. Es wurde als ein »Hauptbestandtheil« i Gehirn, Nervenmark, dann in den Eiterzellen nachgewiesen, seine Anwesenheit im Eidott wurde von Gobley behauptet. Es ist ein Glycosid, längere Zeit mit Säuren gekocht, spalte sich in eine linksdrehende, nicht gährungsfähige Zuckerart. Gemengt oder verbunden (?) mi Lecithin, ist das Cerebrin das Protagon Liebreich's, für welches dieser als Forme berechnet: $C_{116}H_{241}N_4PO_{22}$.

Wir reihen hier den neben den Albuminaten wichtigsten Bestandtheil des Protoplasma aller entwickelungsfähigen Zellen im Thier- und Pflanzenreiche, das N- und P-haltige Lecithi resp. die Lecithine (Gobley, Diaconow) und deren Zersetzungsprodukte an. Die Lecithi sind schwer krystallisirende, wachsartige, sehr hygroskopische Stoffe, sie quellen im Wass zu schleimiger Consistenz auf und lösen sich leicht in Alkohol, Aether, Oelen und Chlorofor Durch Kochen mit Barytwasser und Fäulniss liefern die Lecithine unter Aufnahme von 3 H₂ Cholin, Stearinsäure (resp. Palmitinsäure oder Oelsäure) und Glyceri phosphorsäure:

$$\underset{\text{Lecithin}}{C_{44}H_{90}NPO_9} + 3H_2O = \underset{\text{2 Stearinsäure}}{2(C_{18}H_{36}O_2)} + \underset{\text{Glycerinphosphorsäure}}{C_3H_9PO_6} + \underset{\text{Cholin}}{C_5H_{15}NO_2}$$

Nach Diaconow ist das Lecithin: distearylglycerinphosphorsaures Cholinsalz. Da si statt des Stearinsäurerestes im Lecithin auch der Rest der Palmitinsäure oder Oelsäure find kann, so hat man wenigstens drei einander sehr nahe stehende Lecithine zu unterscheide Das Lecithin findet sich im Thierreiche reichlich im Gehirn und Nervenmark, im Eidotte auch in dem der Fische, dem Sperma namentlich der Fische, dann wird seine Anwese heit behauptet in der Milch, im Blut, in den electrischen Organen des Torpedo, im Eit in der Galle; im Pflanzenreiche: in Pflanzensamen, Sporen, Knospen und jungen Trieben i Frühling. In der Hefe und in Pilzen, wo es Hoppe-Seyler ebenfalls angibt, konnte es O. Lö

nicht auffinden. Die Lecithine stehen in ihrer Constitution den Fetten sehr nahe und könnten wohl eine Stufe für deren Bildung sein (ERLENMEYER, HOPPE-SEYLER).

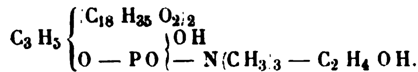
Cholin, Neurin: $C_5 H_{15} NO_2$. Es ist ein basischer Körper, welcher aus Eidotter, Gehirn, Galle, auch aus Pflanzentheilen dargestellt wurde als Zersetzungsprodukt des Lecithins. Das Cholin kann künstlich dargestellt werden durch Erhitzen concentrirter wässeriger Lösungen von Trimethylamin: $N(CH_3)_3$ und Aethylenoxyd: $C_2 H_4 O$. Seine Formel ist:



$$C_2 H_4 \begin{cases} OH \\ N(CH_3)_3 OH. \end{cases}$$

Glycerinphosphorsäure: Eine zweibasische Aethersäure, welche künstlich durch Vermischen von Glycerin mit Phosphorpentoxid entsteht. Glycerin: $C_3 H_5 (OH)_3$: Glycerinphosphorsäure: $C_3 H_5 \begin{cases} (OH)_2 \\ OPO(OH)_2. \end{cases}$

DIACONOW gibt dem Lecithin die Formel, welche nach dem Gesagten verständlich ist:

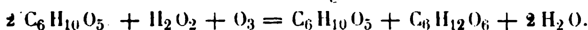


$$C_3 H_5 \begin{cases} (C_{18} H_{35} O_2)_2 \\ O - PO \begin{cases} OH \\ - N(CH_3)_3 - C_2 H_4 OH. \end{cases} \end{cases}$$

Ausser dem Lecithin kommt nach MIESCHER ein zweiter hochzusammengesetzter, organischer, phosphorhaltiger Stoff von bis jetzt noch unbekannter Constitution im thierischen Körper vor, das:

Nuclein: $C_{29} H_{49} N_9 P_3 O_{22}$. MIESCHER fand es in den Kernen der Eiterkörperchen, im Eidotter, im Sperma des Lachs, anderer Fische und des Stiers, HOPPE-SEYLER: in der Bierhefe, Weizenkleie, in den Zellen einer menschlichen Papillomgeschwulst, in den Kernen der rothen Blutkörperchen von Vögeln; in der Leber vom Rind constatirte es PLOSZ, JAKSCH im Gehirn, SERTOLI in den Spermatozoiden. Das Nuclein ist nicht, wie sein Name andeuten sollte, an die Anwesenheit von Zellkernen geknüpft. In den Blutkörperchen der Säugethiere fehlt es. Es ist in Wasser fast unlöslich, unlöslich in verdünnten Mineralsäuren, leicht löslich in verdünnten Aetzalkalien, auch in Ammoniak. Der Magensaft greift es sehr schwer an. Es zerlegt sich beim Stehen in schwach sauren Flüssigkeiten und wird durch Kochen mit Wasser, schneller mit Alkalilauge oder Barytwasser, zerlegt, unter Bildung von phosphorsaurem Salz. Nur in den Spermatozoen des Lachses fand es MIESCHER in einer salzartigen Verbindung mit einer organischen, basischen Substanz (Protamin).

Ungeformte Fermente (cf. S. 70). Ehe wir zu den weiteren stickstoffhaltigen und stickstofffreien Spaltungsprodukten des Albumins fortschreiten, haben wir hier noch Stoffe zu erwähnen, die man früher für Albuminate gehalten hat, und die man nun als Abkömmlinge der Albuminate bezeichnet, obwohl über sie kaum etwas Anderes weiter feststeht, als dass sie die Eiweissreaktionen nur spurweise oder gar nicht geben. Es sind das die sogenannten Verdauungsfermente. Bei unserer Unkenntniss über das Wesen der Fermentation ist es vorerst nur ein Nothbehelf für unsere Vorstellung, eigenthümliche chemische Stoffe als Fermente aufzustellen. Ob es derartige »Fermente« wirklich gibt, ob die Fermentwirkungen nur von gewissen »Zuständen« uns bekannter oder unbekannter chemischer Stoffe abhängen, ist uns vollkommen unbekannt. J. P. DAHLEM behauptet, dass die Hefe und andere Gährungsorganismen die Fähigkeit besitzen, Sauerstoff aufzunehmen und damit Wasserstoffsuperoxyd zu bilden, welches dann die sogenannten fermentativen Zersetzungen bewirke. Für den Uebergang der Stärke in Dextrin und Zucker stellt er folgende Formel auf:



$$2 (C_6 H_{10} O_5) + H_2 O_2 + O_3 = C_6 H_{10} O_5 + C_6 H_{12} O_6 + 2 H_2 O.$$

Weiteres vergleiche man Seite 70 und bei der speciellen und historischen Darstellung der Verdauung. Mit den wahren Gährungsvorgängen haben die Fermentationen im Organismus gemein, dass sie von denselben Einflüssen unterdrückt und begünstigt werden, dass sehr geringe Mengen der sogenannten »reinen Fermente« die chemischen Veränderungen grosser Stoffmengen bewirken können. Zur Reindarstellung dieser Fermente benutzt man ihre Löslichkeit in Glycerin und ihre Eigenschaft, aus wässeriger Lösung durch voluminöse Niederschläge, wie z. B. durch Zusatz von Cholesterinlösungen, Collodium etc., mit niedergerissen zu werden. Bemerkenswerth ist, dass diese »Fermente« eine Erhitzung im trockenen Zustand über 100°

erlauben, ohne an Wirksamkeit abzunehmen (Hüfner, Al. Schmidt u. A.). O. Nasse findet, dass CO_2 ihre Wirkung steigert, O und CO dagegen herabsetzt. Im Organismus nimmt man jetzt wenigstens drei verschiedene Fermentationen an:

1) Zuckerbildung aus Stärke, Dextrin und Glycogen durch den Speichel, den Pankreassaft, das Leberextrakt und das Extrakt anderer Organe (zuckerbildendes Pankreasferment, animalische Diastase, Ptyalin).

2) Fettzerlegung in Glycerin und freie Fettsäuren durch den Pankreassaft.

3) Umwandlung der Eiweisskörper und Albuminoide (geronnener und gelöster) in Peptone und weitere Spaltung derselben in Leucin, Tyrosin, Zucker etc. durch Magensekret (Ferment: Pepsin), durch Pankreas- und Darmsaft. Weiteres über Fermente bei den betreffenden Organen und Stoffen.

v. Gorup-Besanez constatirte diastatische und peptonbildende Fermente im Pflanzenreich: im Samen von Canabis indica, Linum usitatissimum und in der gekeimten Gerste. Fermentfrei erwiesen sich: Lupinensamen und Secale cornutum. Mit H. Will constatirte derselbe die von Hooker entdeckte eiweissverdauende Funktion der Sekrete verschiedener Nepenthesarten. In dem sauer reagirenden, nach Reizung durch Insekten abgesonderten Safte lösten sich gequollenes Fibrin zu Pepton, nach Zusatz von etwas Salzsäure alle Eiweissstoffe und Leim. Der neutrale, aus nicht gereizten Pflanzen stammende Saft erhielt durch Säurezusatz dasselbe Vermögen. Der Saft der Nepenthesschläuche ist sonach eine pflanzliche Pepsinlösung. Aus Blättern der Drosera rotundifolia konnte Hoppe-Seyler dagegen weder durch 0,2% Salzsäure, noch durch Digeriren mit Glycerin das verdauende Ferment ausziehen; dasselbe ist somit sicher von Pepsin verschieden. — Die »reinen Eiweissstoffe«, z. B. Serumeiweiss, enthalten nach Seegen »diastatisches Ferment«.

II. Stickstofffreie Stoffe.

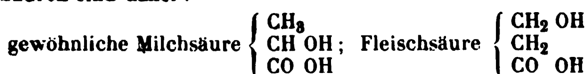
Die Fette werden theils, wie wir oben bei der Besprechung der Bestandtheile der Pflanzenzelle sahen, in der Nahrung, und zwar auch in der vegetabilischen, eingeführt, theils stammen sie wohl aus der Zersetzung der Albuminate. Analog ist es mit den im Körper sich findenden Kohlehydraten und einer Anzahl anderer Stoffe, die theils als Produkte der regressiven Metamorphose der Körperstoffe, theils als Nahrungsbestandtheile und deren Zersetzungsprodukte aufzufassen sind. Ohne Rücksicht auf ihren Ursprung führen wir im Folgenden die übrigen Körperbestandtheile an.

Organische stickstofffreie Säuren. — 1) **Die Fettsäuren** von der allgemeinen Formel $C_nH_{2n}O_2$ finden sich schon oben S. 65 zusammengestellt. Sie bilden eine homologe Reihe. Die kohlenstoffärmeren können aus den kohlenstoffreicheren durch Oxydation unter Abscheidung von CO_2 und H_2O dargestellt werden, in den pflanzlichen Organismen bilden sich die kohlenstoffreicheren wohl durch Desoxydation in der umgekehrten Richtung. Flüchtige Fettsäuren findet man in manchen sich zersetzenden Sekreten (z. B. Schweiss); ob sie in der normalen Zusammensetzung der Gewebe sich finden, ist zweifelhaft. Im animalen Organismus kommen kohlenstoffreiche Fettsäuren in Fetten (cf. S. 65) vor; durch die Pankreasverdauung werden im Darm die Fette zum Theil in Glycerin und Fettsäuren zerlegt, welche letztere sich mit Alkalien (Kali und Natron) zu fettsauren Alkalien = Seifen verbinden, die sich in Wasser lösen und zugleich die Fähigkeit haben, sich mit Fetten zu mischen, was für die Verdauung von grosser Bedeutung ist. Essigsäure und Capronsäure kommen als Amidoverbindungen (Glycin und Leucin) vor. Aus Lecithin werden Fettsäuren gewonnen durch Zersetzung.

2) **Säuren der Acrylsäurereihe** (Oelsäuren). — **Die Oelsäure** (Oleinsäure, Elainsäure) findet sich von dieser Reihe allein im Körper vor in Begleitung der Fettsäuren und wie diese als neutrales Fett = Olein, z. B. im Schweineschmalz, als Seife, im Lecithin. $C_{18}H_{34}O_2$.

3) **Säuren der Milchsäurereihe.** — **Die Milchsäure** $C_3H_6O_3$ findet sich im Magensaft und anderen Körperflüssigkeiten, wohl stets wie in saurer Milch als Produkt der Milchsäuregährung des Zuckers.

Die Fleischmilchsäure (Paramilchsäure und Aethylenmilchsäure) ist ein Stoffwechselprodukt vor allem der Muskeln, welches aus den Kohlehydraten des Muskels (Glycogen, Dextrin, Zucker) entsteht. Die beiden Milchsäuren sind isomer und unterscheiden sich durch die Löslichkeit und Krystallform ihrer Salze. Die gewöhnliche Milchsäure leitet sich von Aldehyd ab, die Fleischmilchsäure lässt sich aus Aethylenverbindungen ableiten. Die aufgelösten Formeln für beide Säuren sind daher:



gewöhnliche Milchsäure $\begin{cases} CH_3 \\ CH\ OH \\ CO\ OH \end{cases}$; Fleischsäure $\begin{cases} CH_2\ OH \\ CH_2 \\ CO\ OH \end{cases}$

R. Maly konnte Fleischmilchsäure als gelegentliches Gährungsprodukt des Zuckers, Dextrins und anderer Kohlehydrate nachweisen.

4) **Säuren der Oxalsäurereihe.** — **Die Oxalsäure** $C_2H_2O_4$ findet sich hier und da im Harn mit Kalk verbunden, ob normal, ist ungewiss.

Die Bernsteinsäure findet sich normal in kleiner Menge im animalen Organismus. $C_4H_6O_4$, im Harn des Menschen, in der Milz, Thyreoidea, Thymus, in Leberechinococcus- und Hydrocelenflüssigkeit.

Alkohole. — **Das Cholesterin** findet sich im Eidotter, Gehirn, Galle etc., soll auch in den Erbsen vorkommen. Es ist ein einwerthiger Alkohol: $C_{26}H_{43}OH$. Spec. Gew. 1046—1047 (C. Méhu). Abbildung Fig. 73.

Das Glycerin, ein dreiwerthiger Alkohol: $C_3H_5(OH)_3$, findet sich nach der Fettzerlegung im Darme durch das Pankreassekret frei. Ueberdies kommt es (in den Fetten) noch in Form von Aetherarten vor, die neutralen Fette sind Glycerinäther (cf. oben).

Die Zuckerarten. — Man schliesst sie gewöhnlich an die Alkohole an, doch ist ihre Constitution noch nicht genau erkannt. Baeyer hält es nach der Bildung des Zuckers aus Formalaldehyd und den Formeln der Schleim- und Milchsäure für wahrscheinlich, dass der Zucker ein Aldehyd sei. Mit Stärkemehl, Gummi, Dextrin, Cellulose bilden sie die sogenannten oben S. 64 angeführten vegetabilischen Kohlehydrate. Im animalen Organismus sind folgende Zuckerarten sicher nachzuweisen (cf. bei Harn):

Traubenzucker, Dextrose oder Stärkezucker $C_6H_{12}O_6$, kommt in geringen Mengen fast in allen thierischen Flüssigkeiten und Gewebssäften vor: in Blut, Muskeln, Leber, Harn etc. Bei dem Zustand des Diabetes mellitus (Zuckerharnruhr) kann er in sehr grossen Mengen auftreten und im Harn ausgeschieden werden. Er besitzt die Eigenschaft, in alkalischer Lösung aus Kupferoxydsalzen beim Kochen gelbrothes Oxydul zu reduciren (Trommer'sche Probe). Aus Silbersalzen fällt er metallisches Silber. Versetzt man eine Zuckerlösung mit alkalischer Wismuthoxydlösung und kocht einige Minuten, so scheidet sich beim Stehen ein schwarzes Pulver ab (Böttcher'sche Probe) (cf. Harnanalyse). Er dreht die Polarisationsebene nach rechts. Er ist gährungsfähig, durch Hefe zerfällt er fast ganz in Aethylalkohol und Kohlensäure. Bei Gegenwart von faulenden Eiweisskörpern (und Milchsäurehefe) zerfällt er in Milchsäure.

Inosit wurde zuerst als Bestandtheil des Herzmuskels nachgewiesen. Wasserfrei hat er auch die empirische Zusammensetzung: $C_6H_{12}O_6$. Er dreht nicht die Polarisationsebene, reducirt Kupferoxydsalze nicht, ist der weingeistigen Gährung nicht, wohl aber der Milchsäuregährung fähig. Nachweis: Wird Inositlösung oder eine inosithaltige Mischung mit Salpetersäure auf Platinblech (Porzellanscherben) fast bis zur Trockene abgedampft, der Rückstand mit Ammoniak und etwas Chlorcalcium übergossen und dann vorsichtig bis zur Trockene verdunstet, so entsteht eine lebhaft rosenrothe Färbung, die noch 1 Milligramm Inosit erkennen lässt. Er ist gefunden im Herzmuskel, Pferdefleisch, Ochsenblut, in Echinococcusflüssigkeit von Schafen, in der Leber, Lunge, im Gehirn, in der Milz, in den Nieren; pathologisch im Harn bei Morbus Brighti, Urämie, zuweilen bei Diabetes mellitus an Stelle des meist früher vorhanden gewesenen Traubenzuckers, bei Cholerareconvalescenten, Gehirntumoren, ferner in den willkürlichen Muskeln von Säufern oft in erheblicher Menge. Krystallisirt im klinorhombischen System mit $2H_2O$.

Scyllit fanden FRERICHS und STÄDELER in mehreren Organen der Plagiostomen, in d Nieren des Rochen und Haifisches; es unterscheidet sich vom Inosit durch die Krystallfoı und den Mangel der oben angegebenen Inositreaktion.

Milchzucker $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$ kommt in der Milch der Säugethiere vor, aus deren ei gedampfter Molke er sich in rhombischen Krystallen ausscheidet. Er ist direct nur der Milch säuregährung fähig (wobei immer etwas Alkohol und Mannit entsteht), mit verdünnten Säure gekocht verwandelt er sich in eine dem Traubenzucker sehr nahestehende, direct der Alkohol gährung fähige Zuckerart. Er dreht die Polarisationsebene nach rechts. Eine alkalische Lö sung eines Kupfersalzes wird von Milchzucker schon in der Kälte reducirt. Er gibt auch di BÖTTCHER'sche Probe (cf. Traubenzucker). BOUCHARDAT fand neben anderen Zuckerarten Milch zucker im Safte der Früchte von Achras sapota.

Ausser den Zuckerarten kommen noch andere Kohlehydrate, die zum Theil leicht i Zucker übergeführt werden können, im animalen Organismus vor, die sich hier anschliessen

Glycogen, animalische Stärke von der empirischen Zusammensetzung: $C_6H_{10}O_6$. E findet sich vor allem als Bestandtheil der Leber, ausserdem in vielen embryonalen Organen im Fleisch nach BRÜCKE regelmässig, spurweise auch in Blut und Drüsen: Milz, Nieren, Milch drüsen. CHITTENDEN fand Glycogen zu 1,98—2,93% im Mittelmuskel der essbaren Kamm muschel. SALOMON fand Glycogen im Eiter künstlich erzeugter Abscesse und nimmt an dass dasselbe von den Eiterkörperchen resp. weissen Blutzellen gebildet werd Schneeweisses, mehlartiges, amorphes Pulver. Im heissen Wasser löslich, mit Aetzka klare Lösung gebend. Die wässerige Lösung zeigt starke rechtsseitige Polarisation. Redu cirt alkalische Kupferlösungen nicht. Mit Jod färbt es sich rothbraun bis dunkelroth. Kan durch verdünnte Säuren, dann Speichel, Bauchspeichel, Lebersaft, Blut, Diastase etc. leicl in Traubenzucker umgewandelt werden. SEEGEN bemerkte, dass das Glycogen bei Digeriren mit Speichel bei weitem nicht die theoretisch erwartete Zuckermenge liefert nach O. NASSE nur etwa die Hälfte, 45—48%, ebenso wirkt Pankreasextract; hiebei entsteł BRÜCKE's Achroodextrin und Ptyalose erst durch Kochen mit verdünnter Schwefel säure, Traubenzucker, welcher sich in der Leber und im Muskel (MEISSNER, J. RANKE sofort bildet. Nach FINN's Versuchen wandelt sich auch in der Leber das gesammte Gly cogen in Zucker um. Auch durch Speicheleinwirkung auf Glycogen gewann er nach 78 Stunden 74% der theoretisch geforderten Zuckermenge, SEEGEN und O. NASSE haben also die Versuch zu kurze Zeit fortgesetzt. Die Glycogene, mögen sie bei der Ernährung erzeugt sein, aı welchem Stoffe sie wollen, sind nach FINN identisch. — Ausserdem ist noch im animalen Kör per von Kohlehydraten nachgewiesen:

Dextrin, Stärkegummi: $C_6H_{10}O_5$, im Pferdefleisch, im Blut (namentlich der Lunge) d Herbivoren, in der Leber mit Hafer gefütterter Pferde, im Darminhalt nach amylaceenhaltig Nahrung. In Wasser löslich, farb- und geschmacklos, concentrirt klebt es. Mit einer Lösun von Jod in Jodkalium färbt sich das Dextrin: Erythrodextrin (BRÜCKE) roth. Es ist dire der Milchsäuregährung fähig; durch verdünnte Säuren (Schwefelsäure) und Speichel, Diasta geht Dextrin leicht in Traubenzucker über. BRÜCKE unterscheidet von diesem Dextrin Ery throdextrin, ein Achroodextrin, das sich mit Jod nicht färbt. Beide Dextrinart sind von der löslichen Stärke verschieden, welche sich mit Jodtinctur bläut.

Die Cellulose $C_6H_{10}O_5$, im Mantel der Tunicaten als Zwischenzellsubstaı aufgefunden (cf. S. 9).

Paramylon von derselben empirischen Zusammensetzung wie das Stärkemehl (au $C_6H_{10}O_5$) in Körnchen in der Infusorienspecies Euglena viridis gefunden. Gibt die Jodreakti nicht; längere Zeit mit rauchender Salpetersäure behandelt, liefert es eine gährung fähige Zuckerart.

Aetherarten. — Cf. Fette.

III. Stickstoffhaltige Stoffe.

Ammoniakderivate und ihre Verbindungen von bekannter Constitution. —

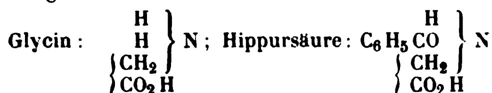
a) **Amine.** — Methylamin, Trymethylamin, Zersetzungsprodukte des Kreatins und Cholins.

b) **Amide.** — **Harnstoff:** Biamid der Kohlensäure, Carbamid. Die wasserhaltige Kohlensäure hat die Formel: $CO(OH)_2$; Harnstoff: $CO(NH_2)_2 = CH_4N_2O$. Beide OH der wasserhaltigen Kohlensäure sind durch je ein NH_2 ersetzt. Der Harnstoff ist für die Physiologie von Wichtigkeit, da die Hauptmasse alles im Körper umgesetzten Stickstoffs der stickstoffhaltigen Körper- und Nahrungsbestandtheile bei Säugethieren den Körper in der Form des Harnstoffs im Harn verlässt. Harnstoff findet sich neben Harnsäure auch im Harn der Reptilien und Vögel. Der Harnstoff löst sich leicht in Wasser und Alkohol, kaum in Aether, seine Salze mit Salpetersäure und Oxalsäure sind dagegen schwer löslich. Mit salpetersaurem Quecksilberoxyd bildet er eine complicirte Verbindung, die zur quantitativen Harnstoffbestimmung (nach Liebig) verwendet wird. Der Niederschlag hat schliesslich die Zusammensetzung: $Hg(NO_3)_2 + 2CO(NH_2)_2(HgO)_3$. Der Harnstoff zersetzt sich leicht beim Kochen (100°C), Faulen, gelegentlich auch im Darm, unter Aufnahme von $2H_2O$ in kohlensaures Ammoniak: $CO\begin{cases}NH_2\\NH_2\end{cases} + 2H_2O = CO\begin{cases}ONH_4\\ONH_4\end{cases}$; $NH_4(OH)$ Ammoniumoxydhydrat, $CO(ONH_4)_2$ = kohlensaures Ammoniak. Der Harnstoff wurde im Jahr 1799 von Fourcroy und Vauquelin bestimmt als Bestandtheil des menschlichen Harns erkannt und als urée, d. i. Harnstoff, bezeichnet. Harnstoff war die erste organische Substanz, welche künstlich dargestellt wurde: Wöhler lehrte 1828 die künstliche Darstellung aus cyansaurem Ammoniak, aus dem er durch blosse Umlagerung der Bestandtheile leicht entsteht, in wässeriger Lösung namentlich beim Eindampfen: $\begin{matrix}CN\\CH_4\end{matrix}\Big\}\,O = CO\begin{cases}NH_2\\NH_2\end{cases}$. Er entsteht auch durch Einwirken von trockenem Ammoniak auf Carbonylchlorid (Phosgengas) $CO\begin{cases}Cl\\Cl\end{cases}$. Für die Physiologie ist die Entstehung des Harnstoffs als Zersetzungsprodukt anderer im animalen Organismus sich bildender Stoffe von besonderer Wichtigkeit. Harnsäure liefert 1) bei trockener Destillation Harnstoff (Wöhler), 2) bei Einwirkung von Oxydationsmitteln (Liebig), 3) im Organismus (Wöhler und Frerichs). Kreatin wird beim Kochen mit Barytwasser in Harnstoff und Sarkosin zersetzt (Liebig). Oxalursäure, ein Zersetzungsprodukt der Harnsäure zerfällt beim Kochen in Harnstoff und Sarkosin (Liebig). Der Harnstoff krystallisirt in quadratischen Prismen. Seine Lösungen reagiren neutral. (Die Abbildungen der Krystallformen bei Haut).

c) **Amidosäuren.** — **Glycin** (Glycocoll, Leimzucker) = Amidoessigsäure $C_2H_5NO_2$ entsteht, wenn thierischer Leim (Glutin) mit verdünnter Schwefelsäure gekocht wird, auch bei der Pankreasverdauung des Leims (Nencki), schmeckt süss. Glycin kann künstlich dargestellt werden durch Monochloressigsäure mit Ammoniak. Essigsäure = $C_2H_3O(OH)$; Glycin = $C_2H_2[NH_2]O(OH)$. Das Glycin ist eine schwache Säure, verbindet sich aber auch als Aminbase mit Säuren; es findet sich in solchen Verbindungen in der Galle und normal im Harn der Pflanzenfresser. Frei will es Chittenden zu 0,39—0,71% im Mittelmuskel der essbaren Kammmuschel nachgewiesen haben.

Im Harn findet sich die Verbindung des Glycins mit Benzoësäure ($C_6H_5CO_2H$):

Hippursäure = Glycobenzoësäure $C_9H_9NO_3$. Sie ist Glycin, in welchem 1 Atom Wasserstoff durch das einwerthige Radical Benzoil (das Radical der Benzoësäure) C_6H_5CO ersetzt ist.



Benzoësäure wird im menschlichen und im Körper der Säugethiere vollständig in Hippursäure verwandelt, andere aromatische Säuren entweder ebenfalls oder in ganz analoge Glycinverbindungen (cf. Harn).

In der Galle befindet sich als Verbindung des Glycins
Glycocholsäure $C_{26}H_{43}NO_6$ (cf. Taurocholsäure).

Taurin $C_2H_7NSO_3$. Es ist das Amid der Isäthionsäure: $C_2H_4 \left\{ \begin{matrix} OH \\ SO_3H \end{matrix} \right.$; Taurin: $C_2H_4 \left\{ \begin{matrix} NH_2 \\ SO_3H \end{matrix} \right.$ findet sich als Zersetzungsprodukt der Gallensäuren im Darm und in den Excrementen. Normal in den Muskeln vieler Fische, in verschiedenen Organen der Plagiostomen, in den Muskeln der Mollusken, in den Nieren und Lungen verschiedener höherer Säugethiere, im Pferdefleisch, pathologisch im Blut und in seinen Transsudaten, im Harn bei Icterus und Leberkrankheiten. Das Taurin ist charakterisirt durch seinen reichen Schwefelgehalt 25,6%, der sich bei dem Erhitzen als schwefelige Säure entwickelt. Es krystallisirt in durchsichtigen, farblosen sechsseitigen Prismen. Sein wichtigstes Vorkommen ist in gepaarter Verbindung mit Cholsäure in der Galle analog der Verbindung des Glycins mit Cholsäure, der Glycocholsäure. Diese Verbindung des Taurins ist die

Taurocholsäure: $C_{26}H_{45}NSO_7$.

Glycocholsäure und Taurocholsäure sind die specifischen Bestandtheile des Lebersekretes: **die Gallensäuren**, welche in der Galle an Alkalien (namentlich Natron) gebunden sich finden. Die gallensauren Alkalien verhalten sich physikalisch in mancher Hinsicht wie Seifen = fettsaure Alkalien, indem sie sich wie diese in Wasser lösen, aber auch mit Fetten und Oelen mischen, wodurch sie eine Bedeutung für die Fettresorption im Darme erhalten. Beide drehen den polarisirten Lichtstrahl nach rechts.

Die Glycocholsäure löst sich leicht in Alkohol, dagegen schwer in Wasser, besonders kaltem; sie krystallisirt in seidenglänzenden Nadeln. Aus den wässerigen Lösungen der glycocholsauren Salze fällen Säuren (auch Essigsäure) einen harzartigen Niederschlag. Mit Barytwasser längere Zeit gekocht, zerfällt die Glycocholsäure in Glycin und Cholsäure. Mit Schwefelsäure oder Salzsäure gekocht, zerfällt sie in Glycin und Choloidinsäure. Die Taurocholsäure enthält 3,21% Schwefel. Sie zerfällt beim Kochen mit Alkalien in Taurin und Cholsäure, beim Kochen mit Säuren in Taurin und Choloidinsäure. Die Taurocholsäure ist an der Luft leicht zerfliesslich.

Die Cholsäure (Cholalsäure), welche von der Glycocholsäure und Taurocholsäure abgespalten werden kann, ist in ihrer Constitution noch nicht erkannt, ihre Formel ist empirisch: $C_{24}H_{40}O_5$. Sie soll in geringen Mengen im Dickdarm von Menschen, Rindern und Hunden vorkommen, auch im Harn bei Icterus. Sie krystallisirt nach verschiedenen Systemen aus verschiedenen Lösungsmitteln. Zeigt starke rechtsseitige Polarisation; löst sich schwer in Wasser, leicht in Alkohol und Aether. Ueber 195°C. erhitzt, verwandelt sie sich unter Abgabe von 1 Aeq. Wasser in Choloidinsäure und bei 295° in Dyslisin. Beide entstehen auch durch Kochen mit Salzsäure und sollen sich in den Excrementen finden. Die Choloidinsäure ist wie ihre Salze amorph, löslich in Alkohol, schwerer in Aether, nicht in Wasser. Ihre Zusammensetzung ist: $C_{24}H_{38}O_4$, die des Dyslisins: $C_{24}H_{36}O_3$. In Alkohol und Wasser unlöslich, wenig löslich in Aether.

Die Cholsäure, Choloidinsäure und das Dyslisin geben die PETTENKOFER'sche Probe wie die Gallensäure selbst. Versetzt man wässerige Lösungen der Gallensäuren mit wenigen Tropfen Zuckerlösung und concentrirter Schwefelsäure, so färbt sich die Flüssigkeit (beim Schütteln) prachtvoll purpurviolett und dann kirschroth. Die Schwefelsäure muss dazu frei sein von schwefliger, salpetriger und Salpeter-Säure (cf. Galle). Mit rauchender Salpetersäure destillirt, liefert die Cholsäure: Caprin-, Capryl- und Cholesterinsäure, wodurch sich (?) an die Fettsäuren anschliesst, mit denen sie auch die seifenartigen Verbindungen mit Alkalien gemein hat.

In der Schweinegalle findet sich an Stelle der Cholsäure die Hyocholsäure $C_{25}H_{40}O_4$, welche ebenfalls mit Taurin und Glycin gepaarte Säuren bildet: Hyotaurocholsäure $C_{27}H_{45}NSO_6$ und Hyoglycocholsäure: $C_{27}H_{43}NO_5$ und ein Hyodyslisin $C_{25}H_{38}O_3$ liefert.

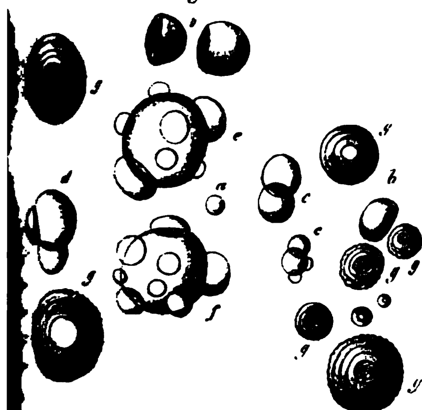
In der Gänsegalle findet sich an Stelle der Cholsäure die Chenocholsäure $C_{27}H_{44}O_4$, welche, mit Taurin gepaart, die Chenotaurocholsäure liefert: $C_{29}H_{51}NSO_7$. —

Das Leucin ist das Amid der Capronsäure: $C_6H_{13}NO_2 = C_6H_{10}(NH_2)O.OH$; findet ch im Pankreas normal, sonst in sehr vielen Körperbestandtheilen als Produkt der Zer-tzung, wobei es sowie durch Säuren und Alkalien aus Albuminaten und albuminoiden toffen entsteht; krystallisirt in perlmutterglänzenden, farblosen Schüppchen. Unter dem ikroskop erscheint es in Form von stark lichtbrechenden, meist concentrisch geschichteten ugeln, die aus concentrisch gruppirten, nadelförmigen Krystallen bestehen. Häufig zeigen ie Kugeln des Leucin eine rauhe, wie angefressene Oberfläche, und nicht selten sitzen grösseren ugeln kleinere Kugelsegmente auf (Fig. 50). v. GORUP-BESANEZ konstatirte die Anwesenheit as bisher nur im Thierreiche nachgewiesenen Leucin (neben Asparagin) in den Keimen der Wicken. Auch das aus Chenopodium alb. von REINSCH erhaltene »Chenopodin« hält er für Leucin.

Das Tyrosin ist auch eine Amidosäure, deren Natur aber noch nicht aufgeklärt ist; es erinnert an die Salicylverbindungen. Es tritt als Zersetzungsprodukt neben dem Leucin auf, aber in geringerer Menge, soll im Pankreas auch normal vorkommen neben Leucin, mit diesem auch in der Leber bei Leberkrankheiten und im Harn bei Lebererweichung. In den Organen niederer Thiere, namentlich der Arthropoden, soll es ziemlich häufig normal (?) vorkommen.

Der Nachweis des Leucin und Tyrosin kann für den Arzt von Bedeutung sein, da sich diese Stoffe pathologisch besonders bei Leberkrankheiten in verhältnissmässig grossen Mengen in allen Organen und Flüssigkeiten, namentlich in der Leber, vorfinden. Aus drüsigen

Fig. 50.



…förmige Krystallmassen des Leucin. *a* Eine sehr …einfache Kugel. *bb* Halbkugelige Massen. *cc* Aggre-… kleinerer Kugeln. *d* Eine grössere Kugel mit zwei …kugeln besetzt. *ef* Grosse Leucinkugeln mit klei-…n Kugelsegmenten reichlich versehen. *gggg* Ge-…schichtete Leucinkugeln, theils mit glatter, theils …rauher Oberfläche und von sehr verschiedener Grösse.

Fig. 51.



Nadelförmige Krystallisationen des Tyrosin. Bei *a* die einzelnen Nadeln; bei *bb* kleinere und grosse Gruppirungen derselben.

Organen bereitet man sich einen kalten wässerigen Auszug, indem man die wohl zerhackten Gewebe mit Wasser mischt und durch einen Leinwandlappen presst. Das so gewonnene Extrakt wird gekocht, filtrirt, das Filtrat mit Bleiessig gefällt, filtrirt, Schwefelwasserstoff in das Filtrat geleitet, bis kein Schwefelbleiniederschlag mehr entsteht, filtrirt, das Filtrat abgedampft, schliesslich auf dem Wasserbad bis zur Consistenz eines dünnen Syrups ein-gedickt. Nun lässt man es längere Zeit ruhig, bedeckt, kühl stehen, wobei sich Leucin und eventuell Tyrosin in gelbgefärbten, warzigen Massen und Krusten abscheiden. Durch weiteres

Verdunsten der abgegossenen Mutterlauge scheidet sich meist noch mehr ab. In kochenden Alkohol werden die Krystalle gelöst, kochend heiss filtrirt, wobei sich bei dem Abkühlen da Leucin ziemlich rein ausscheidet. Das Tyrosin ist in kochendem Weingeist nicht löslich bleibt also bei jener Behandlung im Rückstand. Dieser wird in wenig heissem Wasser auf gelöst, aus welchem das Tyrosin nach ein- bis zweimal 24 Stunden in büschelförmigen Kry stallen auskrystallisirt (Fig. 51).

Zum Nachweis des Leucins und Tyrosins im frischgelassenen Harn wird dieser sofort mit Bleiessig gefällt und nun im Folgenden genau wie oben verfahren. Enthält der Harn wie Leucin und Tyrosin, so scheiden sie sich schon bei dem Verdunsten (auf dem Objectträger) in den charakteristischen Krystallen aus.

Die Tyrosinproben sind folgende: 1) Eine Lösung von Tyrosin wird durch salpetersaures Quecksilberoxyd in der Siedehitze schön rosenroth gefärbt und gibt später einen rothen Niederschlag (HOFFMANN). 2) PIRIA'sche Reaktion. Man bringt etwas Tyrosin auf ein Uhrglas, benetzt es mit 1—2 Tropfen concentrirter Schwefelsäure, wobei es sich mit vorübergehend rother Färbung auflöst. Nun lässt man das Glas gedeckt eine halbe Stunde stehen, verdünnt mit Wasser, sättigt mit kohlensaurem Baryt, filtrirt und setzt zu dem Filtrat neutrale Eisenchloridlösung, so zeigt sich sogleich eine sehr reiche violette Färbung. 3) SCHERER's Probe. Man dampft auf einem Porzellanscherben die Tyrosinlösung mit Salpetersäure vorsichtig ab, wobei ein lebhaft gelber, glänzender Rückstand bleibt, der mit Natron eine rothgelbe Flüssigkeit gibt (unsicher).

An die Amidosäuren schliesst sich auch an

Cystin: $C_3H_7NSO_2$. Ist ein Bestandtheil der Nieren, findet sich selten im Harn und L Blasensteinen. Seine Krystallform ist charakteristisch (cf. Harn).

Kreatin: $C_4H_9N_3O_2$, ist im Muskelfleisch, Gehirn, Blut etc. und im Harn enthalten und entsteht aus der Oxydation stickstoffhaltiger Gewebsbestandtheile. Es wird als Methyluramido-Essigsäure betrachtet. VOLHARD stellte es künstlich dar. Mit Barytwasser gekocht zerfällt es unter Wässeraufnahme in Harnstoff und Sarkosin: $C_4H_9N_3O_2 + H_2O = CH_4N_2O$ (Harnstoff) $+ C_3H_7NO_2$ (Sarkosin). Bei der Einwirkung von Säuren, durch Kochen mit Wasser, bei Gegenwart faulender Substanzen gibt das Kreatin Wasser ab und verwandelt sich in eine starke, alkalisch reagirende Basis:

Kreatinin: $C_4H_7N_3O$, das sehr wohl charakterisirte Salze liefert, von denen das Kreatininchlorzink zur quantitativen Bestimmung des Kreatinins benutzt wird.

Ammoniakderivate und ihre Verbindungen von unbekannter Constitution.

Harnsäure: $C_5H_4N_4O_3$, findet sich in geringen Mengen im Harn des Menschen und der Säugethiere, in grösseren Mengen in den Excrementen der Vögel und Schlangen, Schildkröten, Leguane, der Schmetterlinge, vieler Käferarten, sowie einiger Helixarten; im Blute (bei Gicht), im Safte mehrerer Drüsen, im Herzmuskel, Gehirn; in Harnsteinen, Harnsedimenten, Gichtknoten und in Concretionen in den Gelenkhöhlen bei Gichtkranken. Sie ist zweibasisch. Sie und ihre sauren Salze sind schwer in Wasser löslich, im Harn findet sich vorzüglich harnsaures Natron, harnsaures Ammoniak, harnsaurer Kalk.

Durch Oxydation liefert die Harnsäure bei Mitwirkung von Säuren Harnstoff und

Alloxan = Mesoxalylharnstoff, d. h. Harnstoff, der das Radical der Mesoxalsäure $\left.\begin{matrix}C_3O_3\\H_2\end{matrix}\right\}$ enthält:



$$C_5H_4N_4O_3 + H_2O + O = \left.\begin{matrix}CO\\H_2\\H_2\end{matrix}\right\} N_2 \text{ (Harnstoff)} + \left.\begin{matrix}CO\\C_3O_3\\H_2\end{matrix}\right\} N_2 \text{ (Alloxan)}.$$

Das Alloxan wurde in diarrhoischem Schleim gefunden (LIEBIG), was darum wichtig scheint, weil das Alloxan ein Nebenprodukt der Harnstoffbildung aus Harnsäure ist.

Verdampft man Harnsäure mit Salpetersäure vorsichtig zur Trockne, so bleibt ein röthlicher Rückstand, der, mit Ammoniak befeuchtet, schön purpurroth wird. Die hier entstehende Verbindung ist das Ammoniaksalz der Purpursäure und wird als Farbe im Grossen dargestellt unter dem Namen Murexid: $C_8H_4(NH_4)N_5O_6$. Es bildet metallglänzende grüne Krystalle

: mit Wasser eine prachtvolle purpurrothe Lösung geben, welche durch Kalilauge schön iu wird (Harnsäurenachweis cf. Harn).

Bei Gegenwart von Alkalien liefert die Harnsäurezersetzung Kohlensäure und **antoin**, $C_4H_6N_4O_3$. Als Bestandtheil des fötalen Harns, der Allantoisflüssigkeit der Kühe und Harn der Kälber und Säuglinge gefunden; auch im Hundeharn bei Respirationsstörungen und menschlichen Harn nach Gerbsäuregebrauch soll es vorkommen. Eine Lösung von Allanin liefert, mit Hefe versetzt, bei 30°C Harnstoff, oxalsaures und kohlensaures Ammoniak und ne unbekannte Säure; kochende Salpetersäure zersetzt es ebenfalls in Harnstoff und Allaninsäure, während es sich mit concentrirten Alkalien in Oxalsäure und Ammoniak zerlegt.

An die Harnsäure schliesst sich noch an:

nthin: $C_5H_4N_4O_2$, Bestandtheil gewisser seltener Harnsteine, in geringen Mengen Bestandeil des Harns, zahlreicher drüsiger Organe, des Gehirns, des Fleisches von Säugethieren und schen. Es kann künstlich aus Hypoxanthin erhalten werden.

Der Nachweis des Xanthins in Harnsteinen ist leicht, da diese seltenen Steine meist st ausschliesslich aus diesem Körper bestehen. Man behandelt eine geringe Menge auf einem orzellanscherben mit Salpetersäure, wobei es sich ohne Gasentwickelung löst, bei vorsichgem Verdampfen bleibt ein gelber Rückstand, der sich mit Kali gelbroth färbt, aber beim rhitzen eine violette Farbe annimmt (cf. Harnsäurenachweis, Guanin, Tyrosin).

Hypoxanthin oder **Sarkin**: $C_5H_4N_4O$ kommt neben dem Xanthin vor, in welches es durch Oxydationsmittel übergeführt werden kann. In der menschlichen Leber soll es namentlich bei sogenannter gelber Atrophie vorkommen.

Guanin: $C_5H_5N_5O$. Bestandtheil des Guano (Excremente von Seevögeln), im Pankreas, in der Leber aufgefunden, auch in den Excrementen der Spinnen und in den perlmutterglänzenden Massen in den Schuppen und Schwimmblasen der Fische. Mit Salpetersäure abgedampft, gibt es einen citronengelben Rückstand (aus Xanthin und einem gelben Nitrokörper bestehend), der sich in Kali und Ammoniak mit tiefgelbrother Farbe löst (Harnsäurenachweis und Xanthin).

Inosinsäure: $C_{10}H_{14}N_4O_{11}$ wurde in den Flüssigkeiten des Fleisches in geringer Menge gefunden.

Kynurensäure: $C_{16}H_{14}N_2O_5$ (?) im Hundeharn neben Harnsäure.

An die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Organismus schliessen sich noch an

Die thierischen Farbstoffe. — Farbstoffe aus dem Blut. Die Mehrzahl der animalen Farbstoffe stammt aus dem Blutfarbstoff = Hämoglobin ab, von dessen Zersetzung in einen oder mehrere Eiweisskörper und einen rothen Farbstoff oben die Rede war. Diesen primär von dem Hämoglobin sich abspaltenden Farbstoff hat Hoppe-Seyler bezeichnet als Hämochromogen, der durch Sauerstoff übergeht in

Hämatin. Unter diesem Namen hat man lange eine grosse Anzahl von Körpern beschrieben, die man für den eigentlichen Blutfarbstoff ansprach, und die verschieden waren je nach den Methoden der Darstellung. Am besten gelingt seine optische Charakteristik, von der bei Blut die Rede sein wird. Die als Hämatin bezeichneten Farbstoffe waren theils krystallinisch, theils amorph. Hoppe-Seyler's Hämatin ist ein amorphes, blauschwarzes, beim Reiben rothbraunes Pulver, in Wasser und Alkohol unlöslich, löslich in wässerigem und weingeistigem Ammoniak, in schwefelsäure- und salpetersäurehaltigem Weingeist, sowie in kaustischen Alkalien. Hoppe gibt ihm die empirische Formel: $C_{34}H_{34}N_4FeO_5$ (?). Eine Umwandlung desselben durch Säuren in Gegenwart von Chlor ist das

Hämin, ein krystallisirter Körper, der zum gerichtlich-chemischen Nachweis des Blutes (cf. diesen) dient. Hoppe erklärt es für salzsaures Hämatin: $C_{34}H_{34}N_4FeO_5 . HCl$. Nach v. Gorup-Besanez scheinen weder Hämin noch Hämatin reine Verbindungen zu sein (cf. Blutfarbstoff).

Das Retinalpigment cf. bei Retina.

Der Farbstoff der Galle ist:

Bilirubin, höchst wahrscheinlich identisch mit **Hämatoidin**, das in Krystallen in alten Blu extravasaten gefunden wird. Das Bilirubin: $C_{16}H_{18}N_2O_3$ ist eisenfrei, braunroth, krystallisi bar in klinorhombischen Prismen, leicht löslich in Alkalien, Schwefelkohlenstoff, Benzo Chloroform beim Erwärmen. Es kommt vor in Gallensteinen, in der Galle des Menschen, de Hundes, der Katze, nicht in der des Rindes, pathologisch im icterischen Harn, Blut, Gewebs säften. Mit den Alkalien bildet es wie eine einbasische Säure Verbindungen. Seinen Nachwei vergleiche man bei Galle. Wie M. HERMANN nachgewiesen hat, bildet sich der Gallenfarbstoff au dem Blutfarbstoff in der Blutbahn. Spritzt man Hunden Hämoglobinlösungen in die Jugular vene, so wird bald darauf im Harn Gallenfarbstoff ausgeschieden, und die Galle selbst wir reicher an Farbstoff um das 4—67fache (JOHANNES Fürst TASCHANOFF). So kann ein haematogener Icterus entstehen.

Durch Oxydation, z. B. an der Luft und mit Salpetersäure, geht aus ihnen hervor, kommt aber in der menschlichen Galle normal nicht vor das

Biliverdin: $C_{16}H_{20}N_2O_5$ = Bilirubin + H_2O + O. Möglicherweise findet es sich in grüner Rindsgalle, in grüner Menschengalle, grünem icterischem Harn, dem grünen Erbrechen Kranker gibt es sicher seine Färbung. hier beginnt der Farbenwechsel der GMELIN'schen Probe (cf. diese) mit der blauen Farbe.

Bilifuscin: $C_{16}H_{20}N_2O_4$ = Bilirubin + H_2O findet sich in geringen Mengen in menschlichen Gallensteinen.

Biliprasin: $C_{16}H_{22}N_2O_6$ = Bilirubin + $2H_2O$ + O in menschlichen Gallensteinen, Rindsgalle, wahrscheinlich häufig in icterischem Harn.

Bilicyanin nennen HEYNSIUS und CAMPBELL den bisher nur spectroskopisch charakterisirten blauen Farbstoff, der bei der Oxydation des Gallenfarbstoffs (z. B. bei der GMELIN'schen Probe cf. diese) entsteht. Sie wollen ihn auch in dunkelgefärbtem Harn angetroffen haben.

Choletelin: C 55,45; H 5,3 etc. nennt R. MALY das letzte Oxydationsprodukt des Bilirubins

Harnfarbstoffe. Es sind verschiedene theils eisenfreie, theils eisenhaltige dargestellt worden. Wohl charakterisirt ist das Hydrobilirubin: C 64,68; H 6,93 etc. SCHERER und JAFFÉ stellten aus dem Harn einen Farbstoff dar, das Urobilin (JAFFÉ), dessen Zusammenhang mit den Gallenfarbstoffen und damit seine Ableitung aus dem Blutfarbstoff namentlich durch R. MALY festgestellt wurde. HOPPE-SEYLER stellte diesen Farbstoff ausserhalb des Organismus durch Behandlung einer alkoholischen Lösung von Hämatin mit Zinn und Salzsäure d. h. durch Reduction, dar. Er ist also ein durch Reduction verändertes Spaltungsprodukt des Blutfarbestoffs. Das Urobilin ist identisch mit dem im Koth vorkommenden Farbstoff Stercobilin (VANLAIR und MASIUS). Es geht durch Reduction aus Bilirubin (und Biliverdin) hervor (R. MALY) und entsteht so z. B. durch Einwirkung des im Darm nascirenden Wasserstoffs auch im Organismus.

Indican, $C_{26}H_{31}NO_{17}$. Kommt im normalen Harn in geringer, im pathologischen Harn grösserer Menge vor, namentlich bei Leberkrebs, reichlich auch im Hundeharn, ertheilt dem Harn eine intensiv gelbe Farbe. Nachweis: Indicanreicher Harn, mit Salzsäure gekocht lässt sofort einen feinpulverigen Niederschlag erkennen. 2) Von indicanarmem Harn mischt man 20—40 Tropfen in einer Proberöhre mit stark rauchender Salzsäure, die Mischung färbt sich rothviolett bis blau. Durch Zusatz von 2—3 Tropfen Salpetersäure wird die Empfindlichkeit der Reaktion gesteigert (v. GORUP-BESANEZ), am sichersten ist die Reindarstellung. — Indican stört den Nachweis der Gallenfarbstoffe im Harn. In faulendem Harn geht es von selbst in Indigoblau über: C_8H_5NO, dunkelblaues amorphes Pulver.

Urocyanin (Uroglaucin, Harnblau) ist höchst wahrscheinlich unreines Indigoblau, Urrhodin ist wohl das noch wenig studirte Indigoroth (v. GORUP-BESANEZ).

Das Urohämatin (HARLEY) ist eine hochrothe, glänzende, amorphe Substanz, die durch ihren Eisengehalt und einige Reaktionen Aehnlichkeit mit dem Hämatin zeigt, wobei aber an die bisher noch geringe chemische Charakterisirung des Hämatins selbst erinnert werden muss.

Indol wurde von KÜHNE und RADZIJEWSKY als Produkt der Pankreasverdauung (unter Mitwirkung der Fäulniss!) nachgewiesen. JAFFÉ und MASSON constatirten, dass sich das Indol

Organismus in Indican umwandle. Das letztere entstehe sonach aus der Zersetzung der Eiweissstoffe durch Pankreaswirkung, welcher sich im Darme stets auf Spaltpilzen beruhende Fäulnisserscheinungen zugesellen sollten (?).

Eiterfarbstoffe. Es sind zwei mit Sicherheit aus blauem Eiter, der die Verbandstücke manchmal lebhaft blau färbt, dargestellt. Die Träger des Pigments im Eiter sind eine eigene Art von Vibrionen: Vibrio lineola EHRENB., welche auf eiternden Wunden und Verbandstücken vegetiren kann (LÜCKE), nach CHALVET sind es Pilze. Reines Pyocyanin erscheint in blauen mikroskopischen Nadeln und Blättchen. Löslich in Wasser, Alkohol, Chloroform, weniger in Aether. Mit Säuren färbt es sich roth, in Alkalien blau wie Lackmus. Durch reducirende Substanzen wird es entfärbt, auch durch unzersetzten Eiter, mit Luft geschüttelt wird es dann wieder blau. Darstellung und Nachweis: Die blauen Verbandstücke mit Wasser extrahirt, die Flüssigkeit mit Chloroform geschüttelt, was den Farbstoff — erst blau, dann grün werdend — aufnimmt. Zur abgegossenen Chloroformlösung wird etwas mit Schwefelsäure angesäuertes Wasser gesetzt, das den Farbstoff aufnimmt. Diese rothe vom Chloroform getrennte Flüssigkeit wird mit Barytwasser neutralisirt, erwärmt, bis die blaue Farbe wieder auftritt, wieder mit Chloroform geschüttelt, aus der blauen Chloroformlösung krystallisirt das Pyocyanin beim Verdunsten. — Neben dem Pyocyanin kommt noch im Eiter vor Pyoxanthin, ein gelber Farbstoff, der aus der ersten Chloroformlösung durch etwas Aether (Schütteln) aufgenommen wird. Vielleicht kommt im Eiter auch Indigo vor.

Schweissfarbstoffe. Es sind rothe (blutiger Schweiss) und blaue nachgewiesen, über deren chemische Natur noch keine brauchbaren Angaben existiren. Der blaue Schweiss mag hier und da von Pyocyanin gefärbt sein. Bei Kupferarbeitern ist an Kupfersalze zu denken (als Wäscheverunreinigung?), BIZIO fand einmal Indican im Schweiss.

Hautpigmente = Melanin, schwarzes Pigment. Normal meist als Zelleninhalt in kleinen Körnchen, pathologisch in flachen rhombischen Krystalltafeln mit sehr spitzen Winkeln. Sehr wenig löslich, eisenhaltig. Im schwarzen Augenpigment fand LEHMANN 0,254% Eisen. Seine Formel ist nicht bekannt. Es kommt vor als Pigment der Choroidea, im MALPIGHI'schen Gewebe der Negerhaut und der Haut dunkelgefärbter Völker, sowie an dunkleren Hautstellen der Europäer, in den Haaren, in den Lungen, Bronchialdrüsen, als schwarzes Pigment melanotischer Geschwülste, als schwarzer sedimentirender Farbstoff im Harn, als Pigment der Dinte mancher Cephalopoden, in den Pigmentzellen der Amphibienhaut. Sein Eisengehalt stellt es nahe an das Hämatin, von dem man seine Abstammung herleitet.

Ueber zufällige Körperbestandtheile vergleiche man bei Harn und a. a. O.

Die chemischen Vorgänge zeigen in jeder Zelle eigenthümliche Verschiedenheiten.

Der Vorgang der Eiweisszersetzung sowie der Zersetzung der organischen Stoffe überhaupt ist in den verschiedenen Zellen ein verschiedener. Schon die primären Veränderungen, welche das Eiweiss in dem Inhalte der verschiedenen Zellen erfährt, sind verschiedener Natur, wie die Bildung des Caseïns, des Myosins etc. beweist, je nachdem das Eiweiss zu einem Bestandtheile einer Milchdrüse oder einer Muskelzelle wird. Auch die Umwandlungen, welche die Albuminate erleiden bei ihrer Verwendung zur Bildung der Zellmembranen und der Zellenzwischenmaterien, sind verschiedener Art, je nachdem sie in der einen oder anderen Zellengruppe vor sich gehen, wie die chemischen Verschiedenheiten des leimgebenden Stoffes, des Knorpel- und Hornstoffes, des elastischen Stoffes, des Mucins, die wir an getrennten Orten zu den angegebenen Zwecken benutzt finden, lehren.

Aehnlich verschieden verhalten sich in den anatomisch verschiedenen Zellen die weiteren Zersetzungsvorgänge, welche zu den einfachen Produkten der regressiven Metamorphose führen, welche den thierischen Organismus endlich verlassen.

Leider ist die zoochemische Analyse in ihren Resultaten noch zu wenig fortgeschritten, als dass man für alle Zellen und Zellenderivate schon den Zersetzungsmodus genau bezeichnen könnte, doch liefern jene wenigstens vorläufig den Beweis des aufgestellten Satzes von der quantitativen aber auch qualitativen Verschiedenheit in den Zellenvorgängen. Der endliche Erfolg ist dabei jedoch überall der gleiche, stets werden schliesslich Kohlensäure, Wasser und Ammoniakverbindungen gebildet, aber der Weg, welcher zu diesem endlichen Ziele führt, ist ein verschiedener, wie sich aus der Vergleichung der in den verschiedenen Organen (cf. diese) gefundenen Stoffe ergibt, welche jeder physiologisch verschiedenen Zellengruppe ihr specifisches, originelles Gepräge ertheilen. Auch nach dem Lebensalter zeigen die chemischen Processe in den Zellen wesentliche Differenzen. In den Organen der Embryonen finden wir z. B. Glycogen und Zucker in solchen Mengen, dass Cl. Bernard und Mariggia den Fötus einen wahren Diabetiker nennen konnten. Der Zucker ist in allen Zeiten des späteren Fötallebens in der Mehrzahl der Organe und im Urin, in der Galle, in der Peritonealhöhlenflüssigkeit nachzuweisen. Im Urin, in den Nieren, in Hirn, Pankreas, Speicheldrüsen der Erwachsenen und Neugeborenen fehlt der Zucker, in den anderen Organen und Säften ist er auch bei Erwachsenen stets nachzuweisen.

Der Lebensvorgang in den einzelnen thierischen Zellen ist zwar dem Principe nach der gleiche, überall beruht er im Grunde fast ausschliesslich auf Rückbildung unter Sauerstoffaufnahme; in jeder Zelle jedoch werden diese Vorgänge modificirt nach den Functionen, die in dem Haushalte des Thierorganismus von ihr gefordert werden. Die Stoffzersetzung in dem Muskelgewebe, das den mechanischen Kraftleistungen vorzustehen hat, ist ein verschiedener Vorgang und führt primär zu anderen Produkten als die chemische Thätigkeit in den Leberzellen oder den Zellen der Magen- und Darmdrüsen, welche zu bestimmten chemischen Umgestaltungen von Stoffen verwendet werden zum Zwecke diese für den thierischen Organismus als Nahrungsflüssigkeit brauchbar zu machen. Als Beispiel diene für das Gesagte die Entstehung von Fleischmilchsäure im thätigen Muskel, von Salzsäure in der thätigen Magensaftdrüse. So wahr diese Sätze sind, so darf man doch nicht vergessen, dass, wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, der Entwickelungsausgang für alle Zelle ein gemeinsamer ist, und dass, neben den Verschiedenheiten im Einzelnen, im Ganzen zwischen allen Zellen eine gewisse Gemeinsamkeit der stofflichen und physikalischen Lebensbedingungen existirt. Die Differenzen sind vielfach vorwiegend quantitativer Natur.

Functionen der anorganischen Zellenstoffe.

Wir haben schon im Allgemeinen die Wichtigkeit der sogenannten Aschenbestandtheile des thierischen und pflanzlichen Körpers betont. In der Pflanze dienen sie theils dazu, den Pflanzenorganen als sogenanntes Skelet eine grössere

Festigkeit zu ertheilen, und sind somit schon von diesem Gesichtspunkte aus von grosser Bedeutung für das Pflanzenleben; noch wichtiger sind aber jene, z. B. die Kaliumsalze, die man in einer bestimmten Beziehung zur Erzeugung der organischen Stoffe erkannt hat. Es steht nach den besten Untersuchungen die Menge des in den Getreidesamen sich bildenden Eiweisses in einem geraden Verhältnisse zu den phosphorsauren Salzen, die der Pflanze als Nahrungsmittel zu Gebote stehen. Ein ähnliches Verhältniss scheint zwischen der Bildung der Pflanzensäuren und den Alkalien zu bestehen, ohne Kaliumsalze ist kein Wachsthum möglich. Ohne Wasser und Sauerstoff ist die Entstehung und Erhaltung alles organischen Lebens vollkommen undenkbar.

In der thierischen Zelle finden wir die organischen Stoffe ebenso wie in der Pflanzenzelle mit jenen anorganischen Stoffen gemengt oder chemisch verbunden. Auch hier scheinen sie den beiden oben angedeuteten Zwecken zu dienen. Zur Verleihung einer grösseren Festigkeit der Gewebe finden sich im thierischen Organismus vor allem die Verbindungen der Kalkerde mit Phosphorsäure und Kohlensäure verwendet. Die Festigkeit der Knochen und des verknöcherten Bindegewebes beruht auf einer Einlagerung in ihre Zwischenzellenmassen vornehmlich von phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk. Die Kaliumsalze scheinen für die Fleischbildung der animalen Organismen bei der Ernährung von grösster Bedeutung.

Sicher sind die verschiedenen anorganischen Bestandtheile, welche sich im Zelleninhalte gelöst befinden, die Hauptursache der Verschiedenheit der Oxydationsvorgänge in den verschiedenen Zellen. Das Vorwiegen der Phosphorsäure in dem Muskelgewebe und in der Nervensubstanz wird Veranlassung der dort so leicht entstehenden sauren Reaktion, das Vorwiegen der kohlensauren Alkalien in den Säften des Blutes, der Lymphe gibt diesen ihre Alkalinität. Es ist selbstverständlich, dass in sauren oder alkalischen Flüssigkeiten chemische Vorgänge sich wesentlich verschieden gestalten müssen, auch wenn in beiden die constituirenden Stoffe vollkommen die gleichen wären.

So wird uns schon durch diese Betrachtung der Werth der anorganischen Stoffe für die Zellenvorgänge verständlich, noch mehr werden wir in ihre Bedeutung in den Besprechungen des folgenden Capitels über Diffusionserscheinungen eingeführt werden. Die speciellen Auseinandersetzungen finden sich bei der Lehre von den Nahrungsstoffen, sowie bei den einzelnen Organen und Flüssigkeiten, vor allem bei dem Harn.

Im Einzelnen ist uns in Beziehung auf die Aschenbestandtheile noch sehr Vieles unklar. Wir stehen vor einem Räthsel, wenn wir sehen, dass die Vertheilung der anorganischen Stoffe nach den verschiedenen Zellengruppen eine Verschiedenheit erkennen lässt. Wir fragen vorläufig umsonst nach dem Grunde, der in der Flüssigkeit des Blutes die Natriumsalze, in den geformten Blutbestandtheilen oder im Muskel etc. die Kaliumsalze vorwiegen lässt. Dass es für die Chemie der Zellen, in denen sie sich finden, von höchster Wichtigkeit ist, ob sie Kali oder Natron, vorwiegend phosphorsaure oder kohlensaure Salze enthalten, steht fest und wird uns noch weiter klar werden; woher ihnen aber die Fähigkeit der Aneignung der für ihre Zusammensetzung nöthigen anorganischen Stoffe ertheilt wird, ist ein Problem, für dessen Lösung wir heute nur spärliche Andeutungen zu geben vermögen (cf. Hydrodiffusion, Lösung und Endosmose).

Die anorganischen Bestandtheile scheinen theilweise mit den organischen Stoff in chemische Verbindung zu treten, in welcher Weise, ist fürs erste noch wer erforscht.

Nach v. GORUP-BESANEZ' Zusammenstellung sind folgende anorganische Bestandtheile thierischen Organismen physiologisch enthalten:

I. Wasser.

II. Gase: Sauerstoffgas, Wasserstoffgas, Stickstoffgas, Kohlensäuregas, Sumpfg Schwefelwasserstoffgas.

III. Salze: Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorammonium, Fluorcalcium, kohlensau Natron, kohlensaures Kali, kohlensaures Ammoniak, kohlensaurer Kalk, kohlensaure Bitt erde, phosphorsaures Natron, phosphorsaures Kali, phosphorsaurer Kalk, phosphorsa Bittererde, phosphorsaure Ammoniak-Bittererde, phosphorsaures Natron-Ammoniak, ph phorsaures Eisen (das Eisen auch noch in anderen unbekannten Verbindungen), salpet saures Ammoniak, salpetrigsaures Ammoniak, schwefelsaure Alkalien, schwefelsaurer Kalk.

IV. Freie Säuren: Chlorwasserstoffsäure (Schwefelsäure), Kieselsäure.

Mikrochemie und chemische Lebensthätigkeiten der Zellen und des Eies.

Im Allgemeinen gehen aus dem Vorstehenden die Hauptgesetze der chen schen Stoffmetamorphose in den animalen Zellen hervor, doch sind wir no weit entfernt, über die Vorgänge im Einzelnen uns genügende Rechensch geben zu können. An die Beobachtungen, auf die wir bisher fussten, reih sich noch mikrochemische Untersuchungsresultate an, die uns einen Einbli in die Stoffvertheilung und Stoffwandlung in den Einzelzellen der verschieden Gewebe gewähren.

Wir sehen die Lebenserscheinungen der Zellen an das Vorhandensein u die Thätigkeit des Protoplasmas geknüpft, es ist dieses, wenn wir uns der Au drucksweise KÖLLIKER's bedienen wollen, »der vorzugsweise lebende Stoff d Zellen«, an ihm läuft der Stoffwechsel der Zellen hauptsächlich ab, die Bildu der übrigen Zellenstoffe hat in ihm seinen Ausgangspunkt, ein Theil derselb sind nur als Ausscheidungen, Differenzirungen desselben zu betrachten, d Ernährungsvorgänge der Zellen haben einen Hauptzweck in der Bildung neu Protoplasmas. Ueber die Verschiedenheit des Protoplasmas in den einzeln Zellen wissen wir noch wenig. Der Hauptbestandtheil des Protoplasmas all Zellen scheinen im Wasser gequollene Albuminate, nach HOPPE-SEYL wenigstens zwei Globuline: Myosin und Vitellin, oder noch höher zusa mengesetzte Stoffe zu sein, welche wie das Hämoglobin durch ihre Zersetzu Albuminate liefern, daneben finden sich constant im Protoplasma entwick lungsfähige und sich entwickelnde Zellen und andere für die Zellenchem wichtige Stoffe: Lecithin, Cholesterin, Glycogen (Kohlehydrate), K liumverbindungen. Weniger constant sind Fetttröpfchen und ande körnige z. Thl. gefärbte Einschlüsse. Das Wasser des Protoplasmas ist ve schieden fest an die Protoplasmastoffe gebunden (cf. unten Molecularstruc lebender Gewebe). Es durchtränkt z. Thl. als Zellsaft das gequollene Pro plasma als eine wahre Eiweiss-Lösung.

Mit Recht kann man die chemischen Vorgänge in den animalen Zel ebenso mit dem Protoplasma in ursächliche Verbindung bringen, wie wir sie

den Pflanzenzellen unzweifelhaft an die Anwesenheit des Protoplasmas und seiner Produkte z. B. Chlorophyllkörper geknüpft sehen.

Wir sehen die Lebensthätigkeiten der Organe mit der Bildung organischer Säuren, z. B. Fleischmilchsäure verlaufen, deren Entstehen um so reichlicher stattfindet, je lebhafter die Thätigkeit der Organe ist. So sehen wir die neutrale oder schwach alkalische Reaktion des Muskel- und Nervengewebes durch angestrengte Thätigkeit in eine saure Reaktion umschlagen. Diese chemische Umwandlung des Zelleninhaltes geht, wie es scheint, meist von dem Zellkern aus, der in der lebenden Zelle fortwährend eine saure Reaktion erkennen lässt (Beale, Kölliker, J. Ranke), im Gegensatz zu seinen alkalischen Umgebungen. Diese saure Reaktion kennzeichnet sich in der Eigenschaft des Kernes, sich in neutraler Lösung von carminsaurem Ammoniak rasch und bleibend roth zu färben (Gerlach) durch Fixirung von Carminsäure. Die Säurebildung findet sonach, offenbar unter besonders starker Einwirkung des in die Zelle aufgenommenen Sauerstoffs, beständig im Zellenkerne statt, bei der gesteigerten Thätigkeit (und dem Absterben) der Zelle wird diese Säurebildung so mächtig, dass sich saure Reaktion in der Gesammtzelle und ihrer Umgebung geltend macht, die sonst von den alkalischen umspülenden Gewebs- und Zellensäften neutralisirt wird.

Der Stoffwechsel des Protoplasmas ist nach dem Vorstehenden mit der Bildung einer organischen Säure (z. B. Fleischmilchsäure) verknüpft, die höchstwahrscheinlich selbst wieder als das Zersetzungsprodukt einer höher zusammengesetzten Verbindung, z. B. eines Kohlehydrates, einer Zuckerart angesprochen werden darf. Es ist nicht ganz unwahrscheinlich, dass diese fraglichen Fleischmilchsäure liefernden Stoffe wenigstens zum Theil Zersetzungsprodukte der Albuminate sind. Vielleicht haben wir hier das eine Produkt der Spaltung der Albuminate, die (Liebig) einen oder mehrere stickstofffreie und einen oder mehrere stickstoffhaltige Stoffe liefern soll. Kölliker ist es gelungen, auch das Entstehen eines Stoffes der zweiten Gruppe, der stickstoffhaltigen Körper, welche mit dem Harnstoff in mehr oder weniger naher Verwandtschaft stehen, aus dem eiweissreichen Protoplasma sicher nachzuweisen, was bisher bei Muskeln und Nerven noch nicht mit der genügenden Sicherheit möglich war. Das eiweissreiche Protoplasma der Zellen der Leuchtorgane von Lampyris unterliegt zeitweilig einer so lebhaften Sauerstoffeinwirkung, dass dabei Lichtentwickelung entsteht. Kölliker konnte mikroskopisch nachweisen, dass dabei harnsaures Ammoniak gebildet wird, eine Entdeckung, die theoretisch vom grössten Werthe ist.

Die Zellen der animalen Organismen enthalten wie die Pflanzenzellen entweder mehr oder weniger gleichmässiges Protoplasma, oder es zeigen sich Flüssigkeiten, Zellsaft, aus diesem ausgeschieden. Kölliker nennt die ersteren Zellen, zwischen denen und den folgenden viele Uebergänge existiren, monoplasmatische im Gegensatz zu der zweiten Art, den diplasmatischen Zellen. Die animalen Zellen gehören in der Jugend und während ihres normalen Lebens der überwiegenden Mehrzahl nach der ersten Gruppe an. Deutlich diplasmatisch sind die Fettzellen, bei denen das Protoplasma auf ein geringes Minimum um den Kern reducirt sein kann, während der übrige Zellenraum von flüssigem Fett erfüllt ist. Dasselbe ist bei den Leberzellen bei reich-

lichem Fettgehalt der Nahrung, z. B. bei säugenden Thieren der Fall. Au die Abscheidung fester Substanzen aus dem Protoplasma reiht die Zellen, denen das stattfindet, an die diplasmatischen an. So finden sich Pigmentkörn die Eiweissblättchen (Vitellin) im Dotter, Körner von harnsauren Salzen u Kalksalzen in den Zellen niederer Thiere. Bei den Zellen der Drüsen sche sich, wenn nicht der ganze Zellinhalt in Sekret umgewandelt und damit Zelle zerstört wird, meist ein Theil der Zelle, ihr Protoplasma, zu erhalten u seine Verluste neu zu ergänzen, während daneben beständig Stoffe aus d Protoplasma abgeschieden werden, die als Drüsenzellensekrete die Zelle v lassen (cf. Verdauungsdrüsen). Am deutlichsten ist dieser Vorgang der A scheidung der Zellensekrete aus dem Protoplasma bei einzelligen Drüsen (S. 38), die neben dem Hohlraum, der die Ausscheidungen aufnimmt, wel durch den Ausführungsgang der Drüsenzelle entfernt werden, noch eine me oder weniger reichliche Protoplasmamenge bewahren.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass auch die von Protoplasma ausgesch denen Stoffe, z. B. die Zellsäfte und Zellmembranen einen fortgesetzten Sto wechsel und Erneuerung ihrer Bestandtheile erleiden. Für den Wechsel d Zellsaftes macht Kölliker als auf eines der hierfür belehrendsten Beispiele a die schon angeführten fetthaltigen Zellen, z. B. aus der Leber säugender Thie und die eigentlichen Fettzellen aufmerksam, aus denen das zeitweise masse haft angehäufte Fett ganz verschwinden kann. Auch die Zellmembranen u -Kapseln unterliegen dem Stoffumsatz, wie man z. B. aus der obenerwähnte an die Bildung der Tüpfelzellen bei Pflanzen erinnernden Usur der Kapseln d Knorpelzellen bei Rachitis abnehmen kann.

Der diplasmatische Zustand der Zellen, z. B. der Drüsenzellen, ist als Vo läufer der Zellenausscheidung, wie schon angedeutet, aufzufassen; finden sich aber auch bei Zellen lebhafte Abscheidungen aus der Zelle, wen sie auch keine Sonderung des Zelleninhaltes in Protoplasma und Zellsaft er kennen lassen. Die Abscheidungen sind theils fester, theils flüssiger Art. Z den festen Abscheidungen rechnet Kölliker die Zellmembranen mit In tercellularsubstanzen, die vor allem bei dem Bindegewebe mächtig entwick vorkommen und neuerdings meist als umgewandeltes Protoplasma gedeut werden (S. 28 ff.), und die Cuticularbildungen. Die Stoffe, welche diese fest Zellenabscheidungen bilden, hat die Zelle nicht von aussen direct bezogen, sie in den Ernährungsflüssigkeiten nicht enthalten sind. Schleim, leimgebenc chondringebende, elastische Substanz, bei den Tunicaten die Cellulose, si aus dem Nährmaterial durch die specifische Zellenthätigkeit aus dem Pro plasma erzeugt. Die primären animalen Zellmembranen stimm in ihren Eigenschaften nur theilweise mit der elastischen Substanz überei ihr Bildungsstoff steht den Eiweisskörpern noch sehr nahe, deren mikroch mische Reaktionen sie geben, sie werden aber durch Magensaft und verdünn Säuren nur wenig angegriffen, sodass man sie durch diese Einwirkungen v den Albuminaten trennen kann. Viele Zellen scheiden flüssige Zwischenm terie, Zwischenzellenflüssigkeiten, aus, hier haben wir an die Blu Lymph- und Chylusflüssigkeiten, aber auch an die Drüsensäfte und Parenchy säfte zu denken, die auf Rechnung von Zellenthätigkeit zu setzen sind. Die Abscheidung von Flüssigkeiten zeigt insofern eine Verschiedenheit, als eini

llen Stoffe ausscheiden, die ihnen vom Blut zugeführt wurden, wie z. B. die erenzellen, andere Zellen aber analog den genannten festen Abscheidungen offe abgeben, die sie durch ihre specifische Lebensthätigkeit in sich gebildet ben, wie die Zellen der Leber, der Magensaftdrüsen.

Die ganze Zelle unterliegt mit allen ihren Organen und Bestandtheilen dem offumsatz.

Der Stoffumsatz in den Zellen ist an eine Aufnahme von Sauerstoff gebunen, ein Vorgang, den man im Allgemeinen als Zellenrespiration bezeichen kann. Was von den Geweben bekannt ist, dass sie dem Blute und unter normalen Bedingungen der Luft Sauerstoff zur Unterhaltung ihrer Thätigkeit ntziehen und theils sogleich verwenden, theils zur Verwendung in sich in rgend einer Weise aufspeichern, um von diesem Vorrath zu zehren, das zeigen uch die einzelnen Zellen. Einzellige Thiere und Pflanzen respiriren; bei Thieren, die durch Tracheen (cf. Athmungsorgane) athmen, verzweigen sich diese Luftcanäle nicht nur an den Zellen, sondern dringen sogar in diese ein, wie in die Zellen der Spinnorgane der Raupen und in die Muskelzellen (Kölliker).

Offenbar steht der Stoffwechsel in den Zellen auch unter Nerveneinfluss. Wir sehen ihn dadurch zeitweilig enorm gesteigert werden, wie in dem thätigen Muskel- und Nervengewebe oder in den Leuchtorganen der Lampyris, in den Drüsenzellen des Verdauungsapparates etc. Wie wir uns diesen Nerveneinfluss zu denken haben, ist noch nicht sicher festgestellt, electrische Vorgänge und reichlicheres Zuströmen von Ernährungsflüssigkeiten spielen hier eine Rolle.

Man betrachtet, wie aus der Darstellung der Formverhältnisse der Zellen hervorging, die Eizelle gewöhnlich als den Typus der Zellen, da sich alle folgenden aus ihr entwickeln. Die Eier oder deren Dotter, welche eine grössere, zur genaueren chemischen Analyse ausreichende Masse darbieten, bestehen jedoch der Hauptmasse nach nicht aus der eigentlichen Eizelle, sondern aus dem sogenannten Nahrungsdotter, der zwar das Material für den sich ausbildenden Organismus liefert, der aber doch nicht direct mit dem Protoplasma identificirt werden darf. Immerhin haben wir es mit dem ersten Nahrungsstoff zu thun, aus dem die animale Zelle ihre Bestandtheile bildet, und zwar zu einer Zeit, in der das specifische Zellenleben sich erst auszubilden beginnt, in der sonach die den Zellen gelieferte Nahrung möglichst schon die Zusammensetzung der Zelle selbst besitzen wird. Von diesem Gesichtspunkt aus ist die Physiologie der Eier der Vögel, Amphibien und Fische, die eine nähere Untersuchung erfahren haben, von Wichtigkeit für die Lehre von dem Einzelleben der Zelle. Leider sind die Resultate auch bei ihnen noch wenig genügend.

Im Eidotter sind mit Sicherheit folgende Stoffe nachgewiesen: Eiweissstoffe, vorwiegend Vitellin, Fette (Olein und Palmitin), Lecithin, Nuclein, ein gelbes und ein rothes eisenhaltiges Pigment (cf. Retinalpigment), Traubenzucker, Cholesterin und Salze, unter diesen Kalk- und Kalisalze, aber auch mehr Natronsalze und Phosphorsäure. Die Zusammensetzung entspricht also etwa der des Protoplasmas, wie wir sie oben zu geben versucht haben. Das sogenannte Eierweiss, welches die Dotter der Vogeleier umhüllt, besteht ausser reichlich Wasser vorzüglich aus Albuminaten und zwar hauptsächlich in Salzen

gelöstes Albumin, wenig Kalialbuminat und nur Spuren von Globulin, ausser dem ziemlich viel Traubenzucker (8% der festen Stoffe) und Asche (3% der festen Stoffe), die reich an Chlor und arm an Phosphorsäure ist, aber überwiegend Kalisalze enthält, daneben Natron, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Kieselerde, welche bei der Bildung der Federn Verwendung findet.

Zur Entwickelung bedarf das Ei der Zufuhr von Wärme und Sauerstoff, es zeigt eine vollständige animale Respiration. In dem stumpfen Ende des Hühnereies befindet sich ein mit Luft gefüllter Raum, in welchem nach BISCHOFF im Mittel 23,5 Volumenprocente Sauerstoff sich finden, also mehr als in der atmosphärischen Luft, welche in 100 nur 20 Volumina Sauerstoff (= 23 Gewichtsprocente) besitzt. Diese Luft wird als Athemreserveluft angesehen. Ausserdem muss dem sich entwickelnden Ei beständig Sauerstoff zugeführt werden, für welchen es Kohlensäure und Wasser ausscheidet. Nach den Beobachtungen BAUMGÄRTNER's, der Hühnereier in einem Apparat künstlich ausbrütete, in dem er die aufgenommene Sauerstoffmenge und die abgegebene Kohlensäure und das Wasser bestimmen konnte, verloren die Eier in 20 Tagen bis zum Ausschlüpfen des Hühnchens 26,82% an Gewicht unter Aufnahme von 6,29% Sauerstoff und Abgabe von 8,412% Kohlensäure und 24,69% Wasser. Das Volum des eingeathmeten Sauerstoffs ist stets etwas grösser als das der exspirirten Kohlensäure, da der Sauerstoff nicht nur zur Bildung der Kohlensäure und eines kleinen Theils des Wassers, sondern zur Bildung auch anderer Stoffwechselprodukte verwendet wird, die das Ei nicht verlassen. Die weiteren Stoffwechselvorgänge im Ei sind im Einzelnen noch sehr wenig bekannt. Im Allgemeinen entsprechen sie den für die animalen Zellen bisher erkannten Gesetzmässigkeiten.

Wenn wir auch nicht verkennen dürfen, dass uns die Wissenschaft schon jetzt die allgemeinen Principien für die Beurtheilung der chemischen Vorgänge in den Zellen der Pflanzen und Thiere geliefert hat, so bleibt doch in Beziehung auf die einzelnen Akte der Zellenthätigkeit der Forschung noch eine grosse Aufgabe zu lösen, die um so wichtiger ist, da nicht nur die Formbildung, sondern auch die Kräfteerzeugung in den Zellen und durch die Zellen von der Thätigkeit des Zellenchemismus bedingt werden.

F. C. CALVERT machte Versuche über die Frischerhaltung der Hühnereier unter Einwirkung verschiedener Gase. Er constatirte, dass sie sich gar nicht verändern, wenn sie in ganzer oder verletzter Schale unter Kohlensäure aufbewahrt würden. Auch im trockenen Sauerstoff verhält sich das Ei bei unverletzter Schale Monate lang chemisch unverändert. In anderen Gasen schimmeln die Eier zunächst auf der Oberfläche.

Die Eier der Fische und Amphibien. In dem Dotter der unreifen Eier der Schildkröten, der Batrachier und Knochenfische finden sich krystallähnliche Blättchen: Dotterblättchen von wechselnder Gestalt und Zusammensetzung, nach RADLKOFER wahre doppeltbrechende Krystalle (cf. folgendes Capitel). Sie zeigen weder vollkommen das mikrochemische Verhalten des Eiweisses, noch das der Fette (VIRCHOW), sie enthalten nach VALENCIENNES und FREMY so viel Phosphor, dass es wahrscheinlich erscheint, dass dieselben aus einer Verbindung von Vitellin mit Lecithin bestehen (Paravitellin nach GOBLEY); man bezeichnete diese Stoffe bisher als Ichtin, Ichtidin, Ichtulin, Emydin, scheint aber bei der Untersuchung stets unreine Substanzen vor sich gehabt zu haben. Diese farblosen und starkglänzenden Krystalle oder Krystalloide zeigen in den Eiern einzelner Species constante Formen. Bei Raja clavata sind es rechtwinkelige Tafeln, bei Squalus galeus sind sie hexagonal, bei Rana quadratisch

tisch oder kreisrund bei Torpedo marmorata. Nach GOBLEY's Untersuchungen zeigen nisch die Karpfeneier und das Eigelb der Hühnereier eine gewisse Uebereinstimmung HOPPE-BESANEZ.

	Hühnerei in %	Karpfenei in %
Wasser	51,486	64,080
Feste Stoffe	48,514	35,920
Vitellin resp. Paravitellin	15,760	14,060
Palmitin und Olein	21,304	2,574
Cholesterin	0,438	0,266
Phosphorhaltige Fette	8,126	—
Lecithin	—	3,045
Cerebrin	0,300	0,205
Extraktivstoffe	0,400	0,389
Pigmente	0,553	0,038
Chlorammonium	0,034	0,042
Chlornatrium und Chlorkalium	0,277	0,447
Schwefelsaures und phosphorsaures Kali		0,037
Phosphorsaure Erden	1,022	0,292
Membransubstanz	—	14,530

Eier der Schlangen. HILGER fand in dem Eidotter der Ringelnatter: Vitellin, thin, Cholesterin, Eieralbumin, Alkalialbuminat und 8—9% Fett. Die Schale enthielt einen Elastin ähnlichen organischen Körper, kohlensauren, phosphorsauren und wenig schwefelsauren Kalk und Spuren von Eisen und Kieselsäure (?).

Drittes Capitel.

Die Physik der Zelle.

Vom Gesetz der Erhaltung der Kraft.

Die Elementarstoffe, an welchen das animale und pflanzliche Leben zur Erscheinung kommt, sind von den Stoffen der anorganischen Natur nicht verschieden; die gleichen Elementarbestandtheile bilden Luft und Boden und gehen in die Zusammensetzung der lebenden Organismen ein.

In unseren vorausgehenden Betrachtungen lernten wir den Kreislauf der Materie kennen, in welchem aus den anorganischen Stoffen Stoffe organischer Art gebildet und diese wieder zurück verwandelt werden in chemische Verbindungen, die den Charakter des anorganischen an sich tragen.

Dadurch, dass chemische Elementarstoffe in chemische Verbindungen irgend welcher Art eintreten, verlieren sie selbst Nichts an ihren chemischen Eigenschaften. Es wird durch die chemischen Verbindungen der Elemente unter einander, wodurch Stoffe mit ganz neuen Eigenthümlichkeiten entstehen, an ihnen Nichts geändert. Durch die chemische Verbindung geht keine der Eigenschaften der vereinigten Stoffe absolut verloren. Man kann aus allen, auch aus den am complicirtesten zusammengesetzten chemischen Körpern die constituirenden einfachen Stoffe vollkommen nach Form, Gewicht und Kräften wieder erhalten, wie sie zur Bildung des betreffenden Körpers zusammengetreten sind.

Auch dann, wenn ein chemischer Stoff Bestandtheil eines lebenden Organismus geworden ist, verliert er Nichts an seinen ihm in anorganischem Zustande zugehörenden Eigenschaften.

Wir finden in den chemischen Vorgängen im Organismus das gleiche Spiel der chemischen Affinitäten und wechselseitigen Anziehung und Abstossung wie es sich in den anorganisch-chemischen Vorgängen zeigt. Die Salzbildung aus Säuren und basischen Körpern findet sich in den Flüssigkeiten der Zelle ebenso wie ausserhalb derselben; keines der Elemente verliert seine Fähigkeit sich mit Sauerstoff zu vereinigen; die Vereinigungsprodukte der Elemente mit Sauerstoff sind schliesslich die gleichen, welche sich auch in der anorganischen Natur als Verbrennungsprodukte der gleichen Elementarstoffe bilden. Der Kohlenstoff der chemischen Verbindungen des Organismus wird in dieser schliesslich zu Kohlensäure, wie ausserhalb desselben; der Wasserstoff bildet

in beiden Fällen bei seiner Verbindung mit Sauerstoff Wasser. Der Lebensprocess selbst ist ein Scheidekünstler, welcher aus den organischen Stoffen die sie constituirenden Bestandtheile wieder zu gewinnen versteht, zum Beweise des Satzes, dass nirgends in der Natur Etwas, auch nur ein Atom von den vorhandenen Elementarstoffen verschwindet oder neu gebildet wird. Die Materie trägt für den Naturforscher den Charakter der unvergänglichen Beständigkeit. Ueberall wo das Auge des Menschen ein Neuentstehen von Stoff, ein Vergehen desselben zu erblicken meint, lehrt uns die Naturwissenschaft nur einen Wechsel der Form, Wechsel der chemischen Mischung der Materie kennen. Sie zeigt uns, wie aus luftförmigen, unsichtbaren Stoffen sich feste, sichtbare und greifbare Körper zusammensetzen können, die nach kürzerer oder längerer Zeit des Bestehens wieder zu vergehen scheinen, indem ihre Bestandtheile wieder die physikalischen Charaktere der Luft annehmen, die sie vor der Bildung des festen Körpers besessen haben.

Das eben vorgetragene naturwissenschaftliche Grundgesetz wird das Gesetz von der Erhaltung des Stoffes genannt. Mit seiner Erkenntniss wurde die Chemie eine Wissenschaft.

Wie die Chemie eine Erhaltung des Stoffes lehrt, so basirt die neuere Physik auf dem analogen Gesetz von der Erhaltung der Kraft.

Auch die physikalischen Kräfte, welche wir in der Natur thätig sehen, wie Wärme, Electricität, mechanische Bewegung entstehen weder aus Nichts und aus ihnen geht Nichts verloren. Ueberall wo wir scheinbar eine Kraft verschwinden sehen, verwandelt sie sich in Wahrheit nur in eine neue Kräfteform, und wir können keine Bewegung herstellen, der nicht ein gleichzeitiges Erlöschen einer anderen Bewegung entspricht. Wir sehen z. B. Wärme in Electricität, Electricität in mechanische Bewegung, mechanische Bewegung in Wärme übergehen. Wir sehen diese Kräfte entstehen aus einem Kraftvorrath, aus Spannkraft, die in den Körpern gleichsam ruhend aufgespeichert sein kann. Rückwärts sehen wir aus anderen Kräfteformen wieder Spannkraft gebildet. Wir sind im Stande, die genannten Kräfte willkürlich die eine in die andere zu verwandeln. So beständig wie die Materie selbst, sind auch die an ihr wirksamen Kräfte. Wie nirgends ein Elementarstoff entsteht oder vergeht, ebenso wenig entsteht eine Kraft aus Nichts oder geht in das Nichts zurück. Alle Kräfte, denen wir in der Natur begegnen, sind nur Umwandlungsprodukte der einen grossen, mechanischen Kraft, welche das ganze Weltall in Bewegung erhält.

Die Bewegungserscheinungen, welche wir von den animalen Organismen ausgehen sehen, die ganze Kräfteentwickelung derselben scheint principiell von den Kräfteentwickelungen der anorganischen Welt verschieden zu sein.

Wo fänden sich passende Analogien in der anorganischen Natur mit den Bewegungsvorgängen in den Nerven? Das seelenvolle Spiel der Gesichtsmuskeln scheint Nichts mit der Mechanik unserer Instrumente gemeinsam zu haben.

Es war der grösste Fortschritt der Physiologie, als sie trotz des gegentheiligen Anscheines, für welchen noch das menschliche Selbstgefühl Partei nehmen zu müssen schien, erkannte, dass auch die Kräfte des thierischen und menschlichen Organismus von dem Gesetze der Erhaltung der Kraft keine Ausnahme machen. Wenn es der Forschung auch in manchen Einzelfällen noch nicht mit

voller Sicherheit gelungen ist, den Modus der Kräfteübertragung in den kraf producirenden Organen zu erkennen, so steht doch als unumstössliche Thatsac für alle Zeiten fest, dass die mechanischen Kraftleistungen der Thiere und Me schen unter Umständen zu Stande kommen, unter denen solche auch in der an organischen Natur auftreten. Die thierische Wärme, die mechanische Arbei die Electricitätsentwickelung, die Ortsbewegungen der Flüssigkeiten und Gas alle Bewegungserscheinungen, die uns bisher im Organismus des Menschen un der Thiere bekannt geworden sind, gehen in ihnen im Grunde nach denselbe Gesetzen vor sich, stammen absolut aus den gleichen Quellen, welche wir b ihrem Auftreten und ihren Wirkungen an anorganischen Körpern nachweise können. Die physikalischen Kräfte, welche in der anorganischen Welt wirksa sind, wirken in gleicher Weise auch an den in organische Verbindung einge gangenen Stoffen. Wir werden in folgenden Besprechungen Gelegenheit finde die Wirkungen der Schwerkraft auf den Organismus und in ihm eingehend z betrachten. Es wird sich zeigen, dass die Gesetze der Bewegung des Pendel des Hebels ebenso wie in der technischen Mechanik auch hier ihr Recht behaup ten. Wir werden die thierischen Functionen abhängig finden vom Luftdruck von dem Drucke der einzelnen die Atmosphäre constituirenden Gasarten. De Austausch der Flüssigkeiten, der Uebergang von Lösungen aus einer Zelle die andere geht im Allgemeinen in gleicher Weise vor sich, wie sich ausserha der Zelle die Stoffe mischen.

Der grösste Antheil der vom thierischen Organismus selbst producir Kräfte zeigt sich als Wärme, Electricität und mechanische Bewegung. S stammen, wenn man von den specifischen Eigenthümlichkeiten dieses Vorga in den Zellen, die in dem vorstehenden Capitel entwickelt wurden, absie aus einer Kräftequelle, welche auch von der praktischen Mechanik zur Kraf erzeugung im ausgedehntesten Maasse benutzt wird: aus der Oxydation. D genannten Kräfteformen werden frei dadurch, dass sich die Körperbestandthe mit Sauerstoff verbinden.

Zu der Constitution der freien Elementarstoffe gehört neben den ander Eigenschaften, die sie charakterisiren, auch ein bestimmter Kraftvorrat eine Summe von Spannkräften, welche unter Umständen in wirkliche A beitsleistung übergeführt werden kann. Die chemischen Verbindung der Elementarstoffe unter einander lassen im Ganzen eine geringere Menge v Spannkräften an sich erkennen, als die einfachen, unverbundenen Element selbst. Es ist daraus klar, dass bei der Verbindung der Elemente unter ei ander, z. B. bei der Verbindung mit Sauerstoff zu Oxydationsprodukten, od wenn sich Oxydationsprodukte — Säuren und Basen — mit einander vereini ten etc., die Elemente ihrer Spannkräfte zum Theil oder gänzlich verlustig g gangen sind. Nach dem Principe der Erhaltung der Kraft kann dieses Verlore gehen kein absolutes sein, und wirklich sind wir im Stande, die von d Elementarstoffen bei ihrer Vereinigung freigewordenen Spannkräfte als Bew gungen der Materie wieder aufzufinden: als Wärme, Licht, Electricität, mech nische Bewegung: Arbeit.

Was verstehen wir unter Spannkräften? Die Spannkräfte, der Kraftvorra werden stets in die Körper hineingearbeitet, es muss eine bestimmte Summe v Kraft aufgewendet, verbraucht werden, um einem Körper eine bestimmte Men

n welcher wir es in die Höhe ziehen können. Dort verweilt es, wenn Schnur irgendwie befestigen, vorläufig ebenso regungslos wie zuvor auf e, allein indem wir einen Zwischenraum zwischen Erde und Gewicht t haben, wurde diesem die Fähigkeit zur Erzeugung einer Bewegung n. Das Gewicht kann fallen und während seines Herabfallens eine ie in Bewegung setzen oder andere Arbeit leisten. Durch das Heben r Erde wurde dem Gewichte eine Arbeitsfähigkeit ertheilt, die wir als rrath oder mit Helmholtz als Quantität der Spannkräfte bezeich- e rührt in dem speciellen Fall von dem Zug der Schwere, der gegensei- nziehung des Gewichtes und der Erde her, welche aber noch nicht in ng übergegangen ist. Lassen wir das Gewicht fallen, so wird es in Augenblick durch die Schwere abwärts gezogen und seine gesammte Be- gskraft ist die Summe aller dieser einzelnen Wirkungen. Während des llens wird der Arbeitsvorrath, den wir durch das Heben dem Gewichte haben, wirksam, die mögliche Arbeit wird in wirkliche Arbeit tzt. Hat das Gewicht den ersten Fuss seines Falles vollbracht, so ist die ft, die es gegen den Boden zieht, um die Quantität verringert, die nöthig den Fall durch einen Fuss zu bewirken. Sein Arbeitsvorrath ist um Fuss« vermindert, allein das Gewicht besitzt nun eine äquivalente Quan- n wirksam gewordener oder lebendiger Kraft, welche, in entgegen- r Richtung angewendet, das Gewicht wieder auf seine ursprüngliche ben würde; wenn also Arbeitsvorrath verschwindet, tritt dafür leben- raft als Arbeitsleistung auf. Die Summe dieser beiden sgrössen bleibt sich durch das ganze Weltall gleich. Princip, nach welchem es, wie schon oben gesagt, ebenso unmöglich ist, ler Arbeit zu erschaffen oder zu vernichten, als Stoff zu erschaffen oder ichten, ist das Gesetz von der Erhaltung der Kraft.

dem Arm, der das Gewicht hebt, wurde eine entsprechende Quantität



[illegible] Gegenstandes, welche in uns diejenige [illegible] den Gegenstand als warm bezeichn[illegible] erscheint, ist also am Gegenstand s[illegible]

[illegible] Moleküle und ihrer Aetherhüll[illegible] einer grösseren Masse, diese in [illegible] Massenbewegung und z. B. durch un[illegible] werden kann, welche, wen[illegible] Stande wäre, die betreffende Ma[illegible]

[illegible] grösserer Schwierigkeit, zu [illegible] vereinigt haben, in Gedank[illegible] wie wir Erde und Gewicht, die sich ver[illegible] bis zur Berührung vereinigten, durch Au[illegible] Erhebung des Gewichtes von [illegible] der Atome wird ebenfalls eine [illegible] verbrauchen, wie die Hebun[illegible] welche zwei freie, durch irgend eine [illegible] Verwandtschaft gegen einander be[illegible] in ihrer Wirkungsweise von der Schwer[illegible] Meteorstein, der in das Attraktionsbereich der [illegible] herabstürzt, wobei Licht- und Wärmee[illegible] des Falles entsprechend eintreten, so sehen wir si[illegible] Moleküle, wenn sie in ihre Wirkungssphäre, in u[illegible] sind, mit der grössten Heftigkeit zusamme[illegible] Die chemischen Kräfte, welche die Atome mit [illegible] werfen, versetzen die Atome selbst in heftig[illegible] Umgebung mittheilen können (Wärmestrahlung, [illegible]leitung).

, um 1 Kilogramm Wasser von 0° auf 1° Celsius zu erwärmen. Als Arbeitseinheit, Arbeit, welche erforderlich ist, um 1 Kilogramm auf 1 Meter Höhe zu heben; man Arbeitseinheit kurz 1 Kilogrammmeter, während man die definirte, als Maass Wärmemenge als 1 Wärmeeinheit bezeichnet.

Anwendung dieser Grössen können wir nach dem Gesagten eine Zahl angeben, welche t, wie viel Arbeitseinheiten durch den Verbrauch einer Wärmeeinheit geleistet werden, und umgekehrt, wie viele Arbeitseinheiten verbraucht werden, um eine Wärme- u liefern. Diese Zahl, die experimentell festgestellt werden musste, wird das nische Aequivalent der Wärme genannt. Für die obigen Grössen beträgt es : 430. Wenn wir andere Arbeitseinheiten zu Grunde legen, z. B. das Fusspfund (cf. 105) oder das Grammmeter, so wird die Zahl natürlich eine entsprechend andere. l nach diesen Ergebnissen im Stande, durch Verwendung von 1 Wärmeeinheit gramme 1 Meter hoch zu heben. Umgekehrt müsste die gleiche Arbeit: 430 Kiloeter verbraucht werden, z. B. durch Reibung oder unelastischen Stoss, um 1 Wärme- u liefern, d. h. um 1 Kilogramm Wasser von 0° auf 1°C. zu erwärmen.

Engländer Joule, der sich um die Lehre von der Erhaltung der Kraft neben den n Begründern derselben in höchster Weise verdient gemacht hat, hat das mecha- equivalent der Wärme wirklich durch den Kraftaufwand bestimmt, der erforderlich lie Temperatur von Wasser oder Quecksilber durch Reibung mit einem Schaufelrad, h ein fallendes Gewicht in Bewegung gesetzt wurde, um eine bestimmte Grösse zu Umgekehrt kommt man zu sehr wenig abweichenden Resultaten, wenn man die stimmt, welche durch Aufwendung einer gewissen Summe von Wärmeeinheiten ge- rd. Man muss zu derartigen Bestimmungen Fälle auswählen, in welchen durch die ichts anderes als äussere Arbeit, z. B. Heben einer Last, geleistet wird, was am n dadurch möglich ist, dass man mit Hülfe eines vollkommenen Gases Wärme in setzt, indem man sich das Gas durch Wärme ausdehnen lässt. Joule hat bewiesen, usdehnung eines Gases zur Entfernung der einzelnen Gasmoleküle oder -Atome keine rderlich ist, es gehört zum Begriff des Gases, dass sich die gleichartigen Atome nicht wie es die Atome der festen und flüssigen Körper thun, sondern abstossen. Bei der ng der Gase kostet sonach nur die Ueberwindung eines äusseren Widerstandes Man braucht also nur festzustellen, wie viel Wärmeeinheiten wir einem Gase mehr

Aufwand von Kraft, die von aussen zugeführt werden muss. Es hat sonach bei festen u flüssigen Körpern die Wärme bei der Ausdehnung nicht nur äussere Arbeit wie bei Gasen, sondern auch innere Arbeit, die Ueberwindung der Anziehungskraft der Ato zu leisten. Es wird Wärme = Kraft gebraucht, um die der Ausdehnung entgegenstreben äusseren Widerstände zu überwinden, es wird aber auch Wärme = Kraft verbraucht, um innern Widerstände, die der Ausdehnung entgegenstehen, die Attraktion der Atome, zu üb wältigen. Durch die zweite Kraftsumme, welche diese innere Arbeit leistet, wird eine Z standsänderung in dem Körper hervorgerufen. Innere Arbeit und äussere Arbeit zusamn bilden die Leistung der zugeführten Wärme, deren Summe also bedeutender sein muss, wenn die äussere Arbeit allein hätte geleistet werden müssen. Die Wärme, welche zur Z standsänderung des Körpers, zur inneren Arbeit der Auseinandertreibung der Atome v wendet wurde, ist in dem Körper angehäuft. Nähern sich die Atome einander wieder bis anfänglichen Ruhelage, aus der sie durch Wärmezufuhr entfernt wurden, so wird die ga Wärmemenge, die dazu erforderlich war, wieder frei. So sehen wir bei dem Uebergang Gase in den flüssigen Zustand, bei dem Uebergang der flüssigen Körper in den festen Zusta die Kraft = Wärmesumme wieder frei werden, welche zur Entfernung der Atome verwen werden musste.

Die Gesetze der mechanischen Wärmetheorie finden natürlich in der Physiologie, wo sich um Erklärung der Krafterzeugung im Organismus handelt, ihre Anwendung. Es ist v selbst klar, dass das für die Wärme Ausgesagte auch für alle anderen Kräfteformen (Elect cität, chemische Kraft, Licht) Geltung behauptet, die ja alle nichts Anderes als Bewegung arten sind, welche eine in die andere umgewandelt werden können. Man bedient sich zwec mässig bei derartigen Umrechnungen von einer Kraft auf die andere als Maasse derselben Ei heiten, die wir oben kennen gelernt haben, der Wärmeeinheit und des Kilogrammmeters. D electromotorischen Kräfte z. B. entsprechen dem mechanischen Aequivalent der thermisch Wirkungen der chemischen Processe in den galvanischen Elementen.

Es ist von selbst klar, dass, wie schon angedeutet, das Gesetz von dem Gleichbleiben de Kraftsumme, der Summe von lebendigen Kräften und Spannkräften, nur für ein freies Sy stem seine Geltung haben kann, dem von aussen keine Kräfte zu- oder abgeführt werden können. Ein derartiges freies System von Kräften ist nur das Weltall, nur für dieses bleib die Summe aller Kräfte constant. Da für das Weltall kein »Aussen« existirt, so können ihm weder Kräfte neu gegeben noch entzogen werden. Wenn wir dagegen unser Fixsternensystem das Planetensystem unserer Sonne oder das Trabantensystem unserer Erde und ihres Mond betrachten, so sind sie keine »freien Systeme«, in ihnen wird die Summe der Kräfte ab- un zunehmen können. Indem z. B. die Sonne ihre Wärme ausstrahlt, verliert sie Kraft, die zu Theil der Erde zu gute kommt, die dadurch an Kraftquantum gewinnt.

Von Clausius ist zu dem ersten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie ein zweite praktisch nicht weniger wichtiger Hauptsatz aufgestellt worden. Er tritt bei den Discu sionen meist nur in der mathematischen Zeichensprache als Formel auf. In Betreff desselbe müssen wir auf die Originaluntersuchungen von Clausius verweisen. Mit Worten kann (Fick) im Allgemeinen so ausgedrückt werden: Wenn bei einem Kreisprocesse ein gewiss Quantum Wärme in Arbeit verwandelt worden ist, so muss nothwendig gleichzeitig ein ge wisses anderes Quantum von Wärme von einem wärmeren auf einen kälteren Körper übe tragen worden sein. Oder umgekehrt: Wenn Wärme von einem kälteren auf einen wärmer Körper übertragen werden soll, so muss eine gewisse Arbeit verwandt werden. Unter »Krei process« versteht Clausius eine Kette von Vorgängen, in Folge deren ein Körper, durch dess Vermittelung Wärme in Arbeit oder Arbeit in Wärme verwandelt wird, am Ende des Process genau wieder in denselben Zustand zurückgebracht wird, in welchem er sich bei Beginn d Processes befand (Fick).

Es muss noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass manche Körper sich der Wärn gegenüber anders verhalten als die Mehrzahl der übrigen, indem sie sich innerhalb gewiss

renzen durch Zufuhr von Wärme nicht ausdehnen, sondern im Gegentheile verdichten.

Das bekannteste Beispiel dafür ist das Wasser, das seine grösste Dichtigkeit bei + 4°C. besitzt, sich also bei Temperaturen über 4°C. und unter 4°C. ausdehnt. Wenn wir daher Wasser Wärme zuführen, so kann sich dieses unter Umständen anstatt auszudehnen verdichten. Das Wasser zieht sich zusammen, verkleinert sein Volum, verdichtet sich bei dem Abkühlen von höheren Temperaturgraden, bis es eine Temperatur von 4°C. erreicht; bei diesem Punkt hört die Zusammenziehung auf. Dies ist der Punkt der grössten Dichtigkeit des Wassers; von 4°C. abwärts bis zum Gefrierpunkt dehnt sich das Wasser wieder aus, und wenn es sich in Eis verwandelt, ist die Ausdehnung bedeutend, das Eis schwimmt daher auf dem Wasser. Wenn wir von 0°C. an Wärme dem Wasser zuführen, so zieht es sich durch die Wärmezufuhr zunächst, bis es 4°C. erreicht hat, zusammen, dann hört die Zusammenziehung auf und es tritt anhaltendes Ausdehnen ein. Auch geschmolzenes Wismuth-Metall dehnt sich bei dem Festwerden durch Erkalten aus.

Mit der mechanischen Wärmetheorie steht es in Einklang, dass, wenn ein Körper, z. B. ein Metall zusammengepresst, verdichtet wird, sich dabei Wärme entwickelt; werden seine Atome mechanisch aus einander gezogen, durch Dehnung z. B. eines Metalldrahts, so wird Wärme verbraucht, der gedehnte Körper erkaltet. Diese Thatsache ist fast allgemein richtig, wie die Untersuchungen von JOULE u. A. ergaben. Doch gibt es auch davon Ausnahmen, die an das Verhalten des Wassers und des geschmolzenen Wismuth erinnern.

Kautschuk erwärmt sich, wenn er belastet ist, durch plötzliches Ausdehnen. WILLIAM THOMSON, der diese Beobachtung, die gegen das allgemeine Gesetz verstösst, machte, vermuthete sogleich, dass diese Eigenthümlichkeit des Kautschuks mit der anderen verknüpft sein würde, dass er sich durch Erwärmung nicht ausdehnt, sondern zusammenzieht, verkürzt; seine Annahme wird durch das Experiment bestätigt.

SCHMULEWITSCH hat gezeigt, dass sich wie Kautschuk auch die quergestreifte Muskelsubstanz innerhalb gewisser Grenzen (2—28°C. beim Frosch) durch Wärmezufuhr nicht ausdehnt, sondern contrahirt. Wir werden auf dieses Factum bei der Erklärung der Muskelaktion zurückkommen.

In Beziehung auf das Maass der Wärme- und Arbeitseinheiten herrscht einige Willkür in der Bezeichnungsweise: Kilogrammmeter, Grammmeter, sogar Gramm-Millimeter sehen wir abwechselnd als Arbeitseinheit gebraucht. Man muss sich dabei erinnern, dass die Zahl, welche die aequivalente Wärmemenge misst, unabhängig ist von der Wahl der Gewichtseinheit, wenn man zur Messung der Menge des Körpers und zur Bestimmung der Wärmeeinheit dieselbe Gewichtseinheit benutzt. Bei der Benutzung des Fusses anstatt des Meters als Höhenmass, z. B. im Fusspfund, muss man sich für die Umrechnung auf Kilogrammmeter erinnern, dass 1 Meter = 3,1862 preussische Fuss ist. Die Engländer gebrauchen als Temperatureinheit oft nicht 1°Celsius, sondern 1°Fahrenheit; 5°Celsius sind = 9°Fahrenheit. Fahrenheit nennt den Gefrierpunkt 32°F., sein Siedepunkt ist also 212°F. 20°C. sind gleich 36°F., wenn wir aber wissen wollen, welche Temperatur nach Fahrenheit = 20°C. ist, so müssen wir zu 36°F. noch die 32°F. unter 0°C. zurechnen; 20°C. sind also 68°F. Die normale menschliche Temperatur ist nach Fahrenheit's Thermometer 100°. Diese Andeutungen werden zur gelegentlichen Orientirung genügen. Die Erwärmung von 1 Pfund Wasser um 1°C. ist = 1390 Fusspfund nach der Berechnung der Engländer (TYNDALL).

Die Ernährungsgesetze beruhen auf dem Gesetz der Erhaltung der Kraft.

Auf den ersten Blick — zumal wenn man vergisst, dass das Gesetz von der Erhaltung der Kraft nur für ein »freies System«, nur für das gesammte Weltall Gültigkeit besitzt — könnte es erscheinen, als führte dieses Princip zu der Idee eines Perpetuum mobile. Wenn die Kräfte nicht verschwinden, wenn nur eine

Kraftform in die andere übergeführt wird, so könnte man daraus die Möglich-keit ableiten wollen, dass ein einmaliger Anstoss, wenn nur eine richtige A[rt] der Uebertragung gefunden wäre, ununterbrochen fort Bewegung und Arbe[it] müsste leisten können (cf. dagegen den zweiten Hauptsatz von CLAUSIUS S. 104).

Es gibt ein sehr sinnreiches Experiment: LIEBIG's Welt im Glase welches auf den ersten Blick das organische Leben in Pflanze und Thier als ei[n] eigentliches Perpetuum mobile erscheinen lässt.

Das Experiment ist gegründet auf die Erfahrung über den Kreislauf des Stoffes aus der anorganischen in die organische Natur und aus dieser wieder in die anorganische zurück. Die Pflanze nimmt die anorganischen Sauerstoffverbindungen in sich auf und ertheilt ihnen durch ihren Lebensprocess die Spannkräfte zurück, indem sie die Elemente von dem Sauerstoff trennt, welche diese[m] im freien Zustande angehören, sie ertheilt ihnen die Eigenschaft der Verbrennlichkeit. Das Thier nimmt die von der Pflanze mit Spannkräften ver-sehenen Stoffe in sich auf, verbindet sie wieder mit Sauerstoff und benutzt die dadurch verwendbar gewordenen Spannkräfte zu seinen mechanischen Leistungen. Die der Umgebung zurückgegebenen Elemente können wieder Bestandtheile der Pflanze und dabei mit Spannkräften versehen werden. So scheint der Kreislauf des organischen Stoffes die Lösung jenes Problemes in Wahrheit zu enthalten.

Man brachte zum Beweise dieser Verhältnisse kleine Wasserthiere und Wasserpflanzen in ein luftdicht zum Theile mit Wasser, welches die anorganischen Bestandtheile der Pflanzen und Thiere gelöst enthielt, gefülltes Glasgefäss. Das Leben geht hierbei seinen ungestörten Gang, die Thiere nähren sich von den Pflanzen, die aus den Ausscheidungsprodukten der Thiere ihre verloren gegangenen Organe wieder ersetzen.

Doch nur unter einer Bedingung geht dieses Spiel des Lebens ungestört. Die Welt im Glase gedeiht nur dann, wenn sie sich unter Verhältnissen befindet, in welchen das Licht und die Wärme der Sonne auf sie einwirken

[redacted]

chinen Lasten bewegen, mit denen der menschliche und thierische ıs die aktiven Bewegungen hervorbringt, durch welche sich das Thier flanze unterscheidet.

it schon erwähnt, dass im Dunkeln auch die chlorophyllhaltigen Pflan- Kohlensäure zu zerlegen im Stande sind, sie athmen dann ebenso Thier Sauerstoff ein und Kohlensäure aus. Sie unterliegen dann wie iten organischen kohlehaltigen Stoffe den langsamen Verbrennungs- ı der Luft, es bildet sich aus der Kohle der Pflanze Kohlensäure. Die ung, dass auch unter der Einwirkung des Sonnenlichtes nur die Pflanzentheile die Sauerstoffverbindungen zerlegen und Sauerstoff n, während sie daneben wie die übrigen nicht grünen Theile stets ure aushauchen vermöge des im Cap. II geschilderten Pflanzenstoff- , macht verständlich, warum die Pflanzen, besonders die Blüthen, vie die Thiere eine etwas höhere Temperatur besitzen als die umge- mosphäre; es beruht diese auf gleichzeitig neben den Reductionen in r sich gehenden Oxydationen, die einen Theil der aufgehäuften Spann- ı der Pflanze selbst wieder in lebendige Kräfte überführen. Auf dem- runde beruhen die Bewegungs- und Electricitäts-Entwickelungen in ızen.

pyrheliometrischen Messungen von Pouillet und Anderen geben An- kte zur Orientirung über die Grösse der Kraftmenge, welche fort- l der Sonne entströmt und von den Pflanzen theilweise in Spannkräfte lenstoffs und Wasserstoffs der sauerstoffarmen Pflanzenbestandtheile elt wird.

h directen Messungen werden bei einer Fläche, welche von der Sonne ıt beschienen wird, jedem Quadratfuss in jeder Minute 3,4 Wärmeein- ıitgetheilt. Die Wärme, welche täglich von der Sonne zur Erde ge- ebt den Heizeffekt von 5 Billionen Centner Steinkohlen. Rechnet man Pferdekraft in der Stunde 7 Pfund Steinkohlen und berücksichtigt is unsere Dampfmaschinen nur $^1/_{22}$ des absoluten mechanischen Effectes me geben, so ergibt sich der Gesammteffect der Sonnenwärme der Erde tunde zu 66 Billionen Pferdekräften. Nach Tyndall würde die ganze der Sonnenwärme, die in einem Jahre die Erde empfängt, gleich- iber die Erdoberfläche vertheilt, genügen, um eine Schicht Eis von Dicke, welche die ganze Erde umhüllt, zu schmelzen. Sie würde ean, der die Erde in einer Tiefe von 15 geographischen Meilen bedeckt, is auf den Siedepunkt erwärmen. Dabei ist die auf die Erde gelan- ärmemenge nur $^1/_{200\,000\,000}$ der ganzen von der Sonne ausgehenden ung (Tyndall).

e Zahlen geben einen annähernden Begriff, welches enorme Kraft- täglich von der Sonne als Wärme ausgeht. Man begreift, wie schon eicherung eines Theiles dieser Kraftmasse in den Pflanzen hinreicht, grosse Summe mechanischer Effecte mit ihrer Hülfe hervorzubringen, as Thierreich und unsere Mechanik von jenen fordert. Fast alle an- wegungen und Kräfte auf der Erde stammen ebenfalls von den Son- en ab. Die Steinkohlen sind die Reste alter Pflanzenvegetation. Die ärme bedingt z. B. die Bewegung der Winde, das Erheben des ver-

dunstenden Wassers und damit die Bedingung seiner beim Herabfliessen fre werdenden Spannkräfte.

Ueber die Kraftsumme, welche in Form von Licht von der Sonne zur Er kommt, sind derartige Berechnungen noch kaum gestattet, doch ist auch s eine ausserordentlich grosse.

Es wird uns aus den bisherigen Betrachtungen klar, was die als Nahrur in den thierischen Organismus aufgenommenen Stoffe für eir Bedeutung für diesen haben.

Auf der einen Seite werden die aufgenommenen Stoffe zur Formbildun zum Wachsthum und zur Ernährung der Organe verwendet, andererseits werd die mit ihnen eingeführten Spannkräfte in mechanische Leistungen umgeset

Abgesehen von dem Antheil an dem Aufbau der Zelle, den wir die Näh stoffe nehmen sehen, wird ihr Werth für den Organismus noch weiter abhäng von der Summe der Spannkräfte, welche mit ihnen eingeführt wird. Es wi von diesem Gesichtspunkte aus verständlich, warum die Einführung sauerstol reicher chemischer Verbindungen organischer Natur meist weniger Werth fi das Thier besitzt, als die solcher, in denen verhältnissmässig weniger Sauerst enthalten ist. Die einen haben durch ihre Vereinigung mit Sauerstoff den grös ten Theil ihrer verwendbaren Spannkräfte verloren, die anderen sind noch i Vollbesitze derselben; die Kraftleistungen, welche von dem einen oder ander Stoffe im Organismus hervorgebracht werden können, stehen im Allgemein im umgekehrten Verhältnisse zu ihrem procentischen Gehalt an Sauerstoff. I ist danach einleuchtend, warum die Kohlehydrate, welche auf ein Doppelato Wasserstoff ein Atom Sauerstoff enthalten, bei denen also nur noch der Kohlen stoff mit Sauerstoff zu verbinden bleibt, weniger Werth für den Organismu haben, als die Fette, bei denen nicht nur der Kohlenstoff, sondern auch noch ei grosser Theil des Wasserstoffes seine Spannkraft besitzt und diese durch Ver bindung mit Sauerstoff frei werden lassen kann. Noch weniger Werth für di organischen Kraftleistungen wird gewöhnlich den organischen Säuren zuge schrieben, bei denen nur ein Bruchtheil des Kohlenstoffes zu oxydiren bleib Doch darf nicht vergessen werden, dass eine grössere oder geringere Summ von Spannkräften allein einen Stoff noch nicht zu einem besseren oder schlech teren Nahrungsmittel macht, z. B. Kohle, die einen so grossen Spannkraftwert besitzt, können wir nicht verdauen; schwer verdauliche Speisen verbrauchen z ihrer Assimilation viel Kraft, die ihrer Wirkung abgehen muss; Stoffe, die i besonders wichtige Organgruppen, wie das Nervensystem eingehen und desse Thätigkeit beeinflussen, solche, welche sich an dem Verdauungsgeschäft act mit betheiligen etc., beanspruchen einen besonders hohen Werth als Nahrung stoffe.

Die Summe der Spannkräfte ist äusserst verschieden in den verschieden als Nahrungsstoffe eingeführten chemischen Verbindungen. Um uns ein genau Bild der Leistungen jedes einzelnen im thierischen Haushalte machen zu könne müssen wir vorerst die Summe der ihnen inhärirenden Spannkräfte bestim haben; wir müssen die Wärmemenge kennen, welche bei dem Zerfall un Sauerstoffaufnahme, bei der organischen Oxydation einer bestimmten Quanti dieser Stoffe im animalen Organismus frei und verwendbar wird.

Für eine Anzahl einfacher und zusammengesetzter Stoffe ist die Wärmee

wickelung bei ihrer vollkommenen Verbrennung bestimmt. Die freiwerdenden Spannkräfte, um die es sich bei der Verbrennung, bei der Vereinigung freier Elementarstoffe handelt, sind von überraschender Quantität.

Nach den Versuchen von FAVRE und SILBERMANN liefert bei der Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser

1 Gewichtseinheit Kohlenstoff: 8086 Wärmeeinheiten,
1 - Wasserstoff: 34462 -

Verbindet sich 1 Gewichtstheil Wasserstoff mit Stickstoff zu Ammoniak, so entwickeln sich 7576 Wärmeeinheiten.

Diese Zahlen zeigen, was für eine enorme Kraftquantität bei der Vereinigung der Atome z. B. bei der Verbrennung frei wird; umgekehrt lehren sie uns, was für eine Kraftsumme aufgewendet werden muss, um die chemisch verbundenen Atome zu trennen, wie das die chlorophyllhaltigen Pflanzenzellen unter der Einwirkung des Lichtes thun.

Bei der Verbindung eines Atoms mit einem andern, z. B. eines Doppelatoms Wasserstoff mit einem Atom Sauerstoff, wird stets die gleiche Quantität von Spannkräften verwendbar gemacht und frei, vorausgesetzt, dass bei der chemischen Verbindung nicht noch andere Wirkungen ausgeübt werden, die in ihrer Intensität schwanken können. Das Resultat der Verbrennung z. B. des Wasserstoffs mit Sauerstoff wird in Bezug auf die Wärmeentwickelung ein verschiedenes sein, wenn einmal das Wasser, wie das bei der Verbrennung in heller Flamme geschieht, im gasförmigen Zustande entweicht, ein andermal als flüssiges Wasser oder gar fest gebunden zurückbleibt. Bei dem Uebergang des Wassergases in tropfbar flüssiges Wasser, bei dem Uebergang des Wassers in den festen Zustand (Eis) wird eine sehr bedeutende Menge von Spannkräften noch frei, die im ersteren Fall für den Heizeffekt verloren gehen. Jedermann weiss, dass feuchtes Holz eine geringere Verbrennungswärme entwickelt als trockenes; ein beträchtlicher Theil der aus dem chemischen Process frei werdenden Wärme wird für die Verdunstung des Wassers verbraucht; auch das bei der Verbrennung des Holzes erst entstehende Wasser muss für seine Verdunstung entsprechend Wärme in Beschlag nehmen, die der Gesammtsumme der Verbrennungswärme entgeht. Die Verbindung des Wasserstoffs mit Sauerstoff zeigt sonach eine verschiedene äussere Kraftentwickelung, je nachdem das gebildete Wasser dampfförmig entweicht oder flüssig oder fest zurückbleiben kann. Ganz allgemein erscheint die bei der Verbrennung frei werdende Wärme als eine algebraische Summe von zwei Grössen, von denen die eine positiv, die andere negativ ist. Die für die Erzeugung von Wärme negative Grösse bezeichnen wir als »Verbrennungsarbeit«, zur Ueberwindung von Widerständen verbraucht die Verbrennung einen Theil der verwendbaren Spannkräfte, die dann nicht als »freie Wärme« auftreten können, an der Verbrennungs-Wärme sonach abzuziehen sind. Um z. B. feste Kohle mit Sauerstoff zu der gasförmigen Kohlensäure zu verbinden, muss die Kohle selbst aus dem festen in den gasförmigen Zustand — im Kohlensäuregas ist ja die Kohle im Gaszustande — übergeführt werden; zu dieser Zustandsänderung wird ein Theil der bei der Verbindung der Atome frei werdenden Spannkräfte verwendet, die also nicht als lebendige Kraft, als Wärme erscheinen können. Betrachten wir nicht ein Kohlenstoffatom in seiner Verbindung mit Sauerstoff, sondern eine Summe von solchen zu einem festen Ganzen vereinigt, so wird die Trennung der Kohlenstoffatome von einander, die der Neuverbindung vorausgehen muss, einen bestimmten Kraftaufwand, der von der Verbrennungswärme abgeht, erfordern; je inniger diese Verbindung der Kohlenatome ist, desto grösser ist die zu ihrer Trennung erforderliche Kraftquantität. So macht der einfache Unterschied in der Dichte den Diamant (krystallisirter Kohlenstoff) schwerer verbrennlich als die Kohle und bedingt einen Unterschied in ihrer Verbrennungswärme; FAVRE und SILBERMANN fanden die Verbrennungswärme des Diamants um 285 Wärmeeinheiten kleiner als die der Kohle. In dem Leuchtgas, in welchem der Kohlenstoff schon gasförmig ist, fällt die Arbeit zur Vergasung desselben weg, dagegen kommt eine neue, seine Trennung von dem Wasserstoff, hinzu.

Man glaubte früher nach dem sogenannten DULONG'schen Gesetz die bei der Ver-

brennung von Substanzen frei werdende Wärme berechnen zu können aus ihrer cl elementaren Zusammensetzung und der Verbrennungswärme ihrer Elemente; da Verbindung und Lagerung der Atome auch bei gleicher quantitativer Zusamm äusserst verschieden sein kann und ist, und dadurch die »Verbrennungsarbeit« gr kleiner ausfällt, so gibt eine derartige Berechnung keine exakt brauchbaren Resı direct bestimmten Werthe sind oft ziemlich beträchtlich verschieden von den berec

Da man meist vorauszusetzen pflegt, dass die bei directer Verbrennung organis entstehende Wärmemenge gleich sei der bei der »organischen Oxydation«, bei der S aufnahme und Zersetzung derselben Stoffe im animalen Organismus frei werden summe, die zu den Leistungen des Thierkörpers verwendbar werden, so hat man de mungen der Verbrennungswärme verschiedener organischer Substanzen und Nährs von physiologischer Seite einen grossen Werth beigelegt, wir führen daher einige d mentellen Untersuchungsresultate an. Nach Favre und Silbermann liefert eine Gewic bei ihrer Verbrennung:

(Aethyl-)Alkohol	7183	Wärmeeinheiten
Ameisensäure	2091	-
Essigsäure	3505,2	-
Buttersäure	5647	-
Valeriansäure	6439	-
Ethalsäure	9316	-
Stearinsäure	9716,5	-
Wachs	10490	-
Terpentinöl	10852	-
Citronöl.	10959	-

Von Frankland sind die Verbrennungswärmen bestimmt worden für Stoffe, di rungsmittel in den animalen Organismus eingeführt werden, oder deren Spannkraft die Zwecke der Physiologie von allerhervorragendster Bedeutung ist, er fand:

Eine Gewichtseinheit:	liefert bei der Verpuffung mit chlorsaurem Kali und Mangansuperox	
Traubenzucker.	3277	Wärmeeinheiten
Rohrzucker	3348	-
reines Eiweiss	4998	-
reine Ochsenmuskelfaser . . .	5130	-
Ochsenfett	9069	-
Harnstoff	2206	-
Harnsäure	2615	-
Hippursäure	5383	-

Ist es, wie angenommen wird, gestattet, diese Werthe der Wärmeentwickel denen gleichzusetzen, welche durch die Stoffwechselvorgänge im Organismus aus Stoffen entstehen, so liefern uns die vorstehenden Bestimmungen ein Maass für di ökonomie oder im Allgemeinen für die Kraftökonomie der Thiere bei bestimmter ı Stoffumsatzes. Der Einblick, der sich uns eröffnet, wird aber nach Liebig dadurc dass Thatsachen dafür zu sprechen scheinen, dass im Gegensatz zu den geläufigen A gen die Verbrennungswärme uns kein sicheres Maass gibt für die Summe der Sp die bei derselben Verbindung durch organische Zersetzung frei werden. So liefer brennung des aus einer bestimmten Zuckermenge durch Gährung entstandener ziemlich viel mehr Wärme als die Verbrennung des Zuckers selbst, obwohl in de ebenfalls schon Wärme frei wird. Liegt dieses Plus nicht in den Fehlergrenzen so suche, so können also auch die oben mitgetheilten Zahlen zunächst nur zu annähe gleichung dienen.

Wir erkennen aus ihnen, dass im Allgemeinen mit dem abnehmenden Sauer der organischen Verbindungen die bei ihrer Verbrennung entstehende Wärmemenge

Grenzen durch Zufuhr von Wärme nicht ausdehnen, sondern im Gegentheile verdichten.

Das bekannteste Beispiel dafür ist das Wasser, das seine grösste Dichtigkeit bei + 4°C. besitzt, sich also bei Temperaturen über 4°C. und unter 4°C. ausdehnt. Wenn wir daher Wasser Wärme zuführen, so kann sich dieses unter Umständen anstatt auszudehnen verdichten. Das Wasser zieht sich zusammen, verkleinert sein Volum, verdichtet sich bei dem Abkühlen von höheren Temperaturgraden, bis es eine Temperatur von 4°C. erreicht; bei diesem Punkt hört die Zusammenziehung auf. Dies ist der Punkt der grössten Dichtigkeit des Wassers; von 4°C. abwärts bis zum Gefrierpunkt dehnt sich das Wasser wieder aus, und wenn es sich in Eis verwandelt, ist die Ausdehnung bedeutend, das Eis schwimmt daher auf dem Wasser. Wenn wir von 0°C. an Wärme dem Wasser zuführen, so zieht es sich durch die Wärmezufuhr zunächst, bis es 4°C. erreicht hat, zusammen, dann hört die Zusammenziehung auf und es tritt anhaltendes Ausdehnen ein. Auch geschmolzenes Wismuth-Metall dehnt sich bei dem Festwerden durch Erkalten aus.

Mit der mechanischen Wärmetheorie steht es in Einklang, dass, wenn ein Körper, z. B. ein Metall zusammengepresst, verdichtet wird, sich dabei Wärme entwickelt; werden seine Atome mechanisch aus einander gezogen, durch Dehnung z. B. eines Metalldrahts, so wird Wärme verbraucht, der gedehnte Körper erkaltet. Diese Thatsache ist fast allgemein richtig, wie die Untersuchungen von Joule u. A. ergaben. Doch gibt es auch davon Ausnahmen, die an das Verhalten des Wassers und des geschmolzenen Wismuth erinnern.

Kautschuk erwärmt sich, wenn er belastet ist, durch plötzliches Ausdehnen. William Thomson, der diese Beobachtung, die gegen das allgemeine Gesetz verstösst, machte, vermuthete sogleich, dass diese Eigenthümlichkeit des Kautschuks mit der anderen verknüpft sein würde, dass er sich durch Erwärmung nicht ausdehnt, sondern zusammenzieht, verkürzt; seine Annahme wird durch das Experiment bestätigt

Schmulewitsch hat gezeigt, dass sich wie Kautschuk auch die quergestreifte Muskelsubstanz innerhalb gewisser Grenzen (2—28°C. beim Frosch) durch Wärmezufuhr nicht ausdehnt, sondern contrahirt. Wir werden auf dieses Factum bei der Erklärung der Muskelaction zurückkommen.

In Beziehung auf das Maass der Wärme- und Arbeitseinheiten herrscht einige Willkür in der Bezeichnungsweise: Kilogrammmeter, Grammmeter, sogar Gramm-Millimeter sehen wir abwechselnd als Arbeitseinheit gebraucht. Man muss sich dabei erinnern, dass die Zahl, welche die aequivalente Wärmemenge misst, unabhängig ist von der Wahl der Gewichtseinheit, wenn man zur Messung der Menge des Körpers und zur Bestimmung der Wärmeeinheit dieselbe Gewichtseinheit benutzt. Bei der Benutzung des Fusses anstatt des Meters als Höhenmass, z. B. im Fusspfund, muss man sich für die Umrechnung auf Kilogrammmeter erinnern, dass 1 Meter = 3,1862 preussische Fuss ist. Die Engländer gebrauchen als Temperatureinheit oft nicht 1°Celsius, sondern 1°Fahrenheit; 5°Celsius sind = 9°Fahrenheit. Fahrenheit nennt den Gefrierpunkt 32°F., sein Siedepunkt ist also 212°F. 20°C. sind gleich 36°F., wenn wir aber wissen wollen, welche Temperatur nach Fahrenheit = 20°C. ist, so müssen wir zu 36°F. noch die 32°F. unter 0°C. zurechnen; 20°C. sind also 68°F. Die normale menschliche Temperatur ist nach Fahrenheit's Thermometer 100°. Diese Andeutungen werden zur gelegentlichen Orientirung genügen. Die Erwärmung von 1 Pfund Wasser um 1°C. ist = 1390 Fusspfund nach der Berechnung der Engländer (Tyndall).

Die Ernährungsgesetze beruhen auf dem Gesetz der Erhaltung der Kraft.

Auf den ersten Blick — zumal wenn man vergisst, dass das Gesetz von der Erhaltung der Kraft nur für ein »freies System«, nur für das gesammte Weltall Gültigkeit besitzt — könnte es erscheinen, als führte dieses Princip zu der Idee eines Perpetuum mobile. Wenn die Kräfte nicht verschwinden, wenn nur eine

Kraftform in die andere übergeführt wird, so könnte man daraus die Mö keit ableiten wollen, dass ein einmaliger Anstoss, wenn nur eine richtig der Uebertragung gefunden wäre, ununterbrochen fort Bewegung und A müsste leisten können (cf. dagegen den zweiten Hauptsatz von CLAUSIUS S.

Es gibt ein sehr sinnreiches Experiment: LIEBIG's Welt im Gl welches auf den ersten Blick das organische Leben in Pflanze und Thier al eigentliches Perpetuum mobile erscheinen lässt.

Das Experiment ist gegründet auf die Erfahrung über den Kreislau Stoffes aus der anorganischen in die organische Natur und aus dieser wied die anorganische zurück. Die Pflanze nimmt die anorganischen Sauerstof bindungen in sich auf und ertheilt ihnen durch ihren Lebensprocess die Sp kräfte zurück, indem sie die Elemente von dem Sauerstoff trennt, welche di im freien Zustande angehören, sie ertheilt ihnen die Eigenschaft der brennlichkeit. Das Thier nimmt die von der Pflanze mit Spannkräften sehenen Stoffe in sich auf, verbindet sie wieder mit Sauerstoff und benutz dadurch verwendbar gewordenen Spannkräfte zu seinen mechanischen stungen. Die der Umgebung zurückgegebenen Elemente können wieder standtheile der Pflanze und dabei mit Spannkräften versehen werden. scheint der Kreislauf des organischen Stoffes die Lösung jenes Probleme Wahrheit zu enthalten.

Man brachte zum Beweise dieser Verhältnisse kleine Wasserthiere Wasserpflanzen in ein luftdicht zum Theile mit Wasser, welches die an nischen Bestandtheile der Pflanzen und Thiere gelöst enthielt, gefülltes Gl fäss. Das Leben geht hierbei seinen ungestörten Gang, die Thiere nähren von den Pflanzen, die aus den Ausscheidungsprodukten der Thiere ihre verl gegangenen Organe wieder ersetzen.

Doch nur unter einer Bedingung geht dieses Spiel des Lebens unge Die Welt im Glase gedeiht nur dann, wenn sie sich unter Verhältnissen b det, in welchen das Licht und die Wärme der Sonne auf sie einwi

[redacted]

ampfmaschinen Lasten bewegen, mit denen der menschliche und thierische rganismus die aktiven Bewegungen hervorbringt, durch welche sich das Thier n der Pflanze unterscheidet.

Es ist schon erwähnt, dass im Dunkeln auch die chlorophyllhaltigen Pflann keine Kohlensäure zu zerlegen im Stande sind, sie athmen dann ebenso ie das Thier Sauerstoff ein und Kohlensäure aus. Sie unterliegen dann wie le feuchten organischen kohlehaltigen Stoffe den langsamen Verbrennungsinflüssen der Luft, es bildet sich aus der Kohle der Pflanze Kohlensäure. Die eobachtung, dass auch unter der Einwirkung des Sonnenlichtes nur die rünen Pflanzentheile die Sauerstoffverbindungen zerlegen und Sauerstoff ısathmen, während sie daneben wie die übrigen nicht grünen Theile stets ohlensäure aushauchen vermöge des im Cap. II geschilderten Pflanzenstoffechsels, macht verständlich, warum die Pflanzen, besonders die Blüthen, ınlich wie die Thiere eine etwas höhere Temperatur besitzen als die umgende Atmosphäre; es beruht diese auf gleichzeitig neben den Reductionen in nen vor sich gehenden Oxydationen, die einen Theil der aufgehäuften Spannäfte in der Pflanze selbst wieder in lebendige Kräfte überführen. Auf demlben Grunde beruhen die Bewegungs- und Electricitäts-Entwickelungen in n Pflanzen.

Die pyrheliometrischen Messungen von POUILLET und Anderen geben Anltspunkte zur Orientirung über die Grösse der Kraftmenge, welche fortährend der Sonne entströmt und von den Pflanzen theilweise in Spannkräfte s Kohlenstoffs und Wasserstoffs der sauerstoffarmen Pflanzenbestandtheile rwandelt wird.

Nach directen Messungen werden bei einer Fläche, welche von der Sonne nkrecht beschienen wird, jedem Quadratfuss in jeder Minute 3,4 Wärmeeineiten mitgetheilt. Die Wärme, welche täglich von der Sonne zur Erde gengt, giebt den Heizeffekt von 5 Billionen Centner Steinkohlen. Rechnet man ır eine Pferdekraft in der Stunde 7 Pfund Steinkohlen und berücksichtigt an, dass unsere Dampfmaschinen nur $^1/_{22}$ des absoluten mechanischen Effectes er Wärme geben, so ergibt sich der Gesammteffect der Sonnenwärme der Erde ı der Stunde zu 66 Billionen Pferdekräften. Nach TYNDALL würde die ganze uantität der Sonnenwärme, die in einem Jahre die Erde empfängt, gleichässig über die Erdoberfläche vertheilt, genügen, um eine Schicht Eis von 00 Fuss Dicke, welche die ganze Erde umhüllt, zu schmelzen. Sie würde inen Ocean, der die Erde in einer Tiefe von 15 geographischen Meilen bedeckt, von 0° bis auf den Siedepunkt erwärmen. Dabei ist die auf die Erde gelangende Wärmemenge nur $^1/_{200\,000\,000}$ der ganzen von der Sonne ausgehenden Ausstrahlung (TYNDALL).

Diese Zahlen geben einen annähernden Begriff, welches enorme Kraftquantum täglich von der Sonne als Wärme ausgeht. Man begreift, wie schon die Aufspeicherung eines Theiles dieser Kraftmasse in den Pflanzen hinreicht, um jene grosse Summe mechanischer Effecte mit ihrer Hülfe hervorzubringen, welche das Thierreich und unsere Mechanik von jenen fordert. Fast alle anderen Bewegungen und Kräfte auf der Erde stammen ebenfalls von den Sonnenstrahlen ab. Die Steinkohlen sind die Reste alter Pflanzenvegetation. Die Sonnenwärme bedingt z. B. die Bewegung der Winde, das Erheben des ver-

dunstenden Wassers und damit die Bedingung seiner beim Herabfliessen frei werdenden Spannkräfte.

Ueber die Kraftsumme, welche in Form von Licht von der Sonne zur Erde kommt, sind derartige Berechnungen noch kaum gestattet, doch ist auch sie eine ausserordentlich grosse.

Es wird uns aus den bisherigen Betrachtungen klar, was die als Nahrung in den thierischen Organismus aufgenommenen Stoffe für eine Bedeutung für diesen haben.

Auf der einen Seite werden die aufgenommenen Stoffe zur Formbildung, zum Wachsthum und zur Ernährung der Organe verwendet, andererseits werden die mit ihnen eingeführten Spannkräfte in mechanische Leistungen umgesetzt.

Abgesehen von dem Antheil an dem Aufbau der Zelle, den wir die Nährstoffe nehmen sehen, wird ihr Werth für den Organismus noch weiter abhängen von der Summe der Spannkräfte, welche mit ihnen eingeführt wird. Es wird von diesem Gesichtspunkte aus verständlich, warum die Einführung sauerstoffreicher chemischer Verbindungen organischer Natur meist weniger Werth für das Thier besitzt, als die solcher, in denen verhältnissmässig weniger Sauerstoff enthalten ist. Die einen haben durch ihre Vereinigung mit Sauerstoff den grössten Theil ihrer verwendbaren Spannkräfte verloren, die anderen sind noch im Vollbesitze derselben; die Kraftleistungen, welche von dem einen oder anderen Stoffe im Organismus hervorgebracht werden können, stehen im Allgemeinen im umgekehrten Verhältnisse zu ihrem procentischen Gehalt an Sauerstoff. Es ist danach einleuchtend, warum die Kohlehydrate, welche auf ein Doppelatom Wasserstoff ein Atom Sauerstoff enthalten, bei denen also nur noch der Kohlenstoff mit Sauerstoff zu verbinden bleibt, weniger Werth für den Organismus haben, als die Fette, bei denen nicht nur der Kohlenstoff, sondern auch noch ein grosser Theil des Wasserstoffes seine Spannkraft besitzt und diese durch Verbindung mit Sauerstoff frei werden lassen kann. Noch weniger Werth für die organischen Kraftleistungen wird gewöhnlich den organischen Säuren zugeschrieben, bei denen nur ein Bruchtheil des Kohlenstoffes zu oxydiren bleibt. Doch darf nicht vergessen werden, dass eine grössere oder geringere Summe von Spannkräften allein einen Stoff noch nicht zu einem besseren oder schlechteren Nahrungsmittel macht, z. B. Kohle, die einen so grossen Spannkraftwerth besitzt, können wir nicht verdauen; schwer verdauliche Speisen verbrauchen zu ihrer Assimilation viel Kraft, die ihrer Wirkung abgehen muss; Stoffe, die in besonders wichtige Organgruppen, wie das Nervensystem eingehen und dessen Thätigkeit beeinflussen, solche, welche sich an dem Verdauungsgeschäft activ mit betheiligen etc., beanspruchen einen besonders hohen Werth als Nahrungsstoffe.

Die Summe der Spannkräfte ist äusserst verschieden in den verschiedenen als Nahrungsstoffe eingeführten chemischen Verbindungen. Um uns ein genaues Bild der Leistungen jedes einzelnen im thierischen Haushalte machen zu können, müssen wir vorerst die Summe der ihnen inhärirenden Spannkräfte bestimmt haben; wir müssen die Wärmemenge kennen, welche bei dem Zerfall unter Sauerstoffaufnahme, bei der organischen Oxydation einer bestimmten Quantität dieser Stoffe im animalen Organismus frei und verwendbar wird.

Für eine Anzahl einfacher und zusammengesetzter Stoffe ist die Wärmeent

elung bei ihrer vollkommenen Verbrennung bestimmt. Die freienden Spannkräfte, um die es sich bei der Verbrennung, bei der Vereinifreier Elementarstoffe handelt, sind von überraschender Quantität.

ach den Versuchen von FAVRE und SILBERMANN liefert bei der Verbrennung zu Kohlenund Wasser

1 Gewichtseinheit Kohlenstoff: 8086 Wärmeeinheiten,
1 - Wasserstoff: 34462 -

erbindet sich 1 Gewichtstheil Wasserstoff mit Stickstoff zu Ammoniak, so ckeln sich 7576 Wärmeeinheiten.

iese Zahlen zeigen, was für eine enorme Kraftquantität bei der Vereinigung der z. B. bei der Verbrennung frei wird; umgekehrt lehren sie uns, was für eine Kraftsumme vendet werden muss, um die chemisch verbundenen Atome zu trennen, wie das die phyllhaltigen Pflanzenzellen unter der Einwirkung des Lichtes thun.

ei der Verbindung eines Atoms mit einem andern, z. B. eines Doppelatoms Wasserstoff nem Atom Sauerstoff, wird stets die gleiche Quantität von Spannkräften verwendbar ht und frei, vorausgesetzt, dass bei der chemischen Verbindung nicht noch andere ngen ausgeübt werden, die in ihrer Intensität schwanken können. Das Resultat der Verng z. B. des Wasserstoffs mit Sauerstoff wird in Bezug auf die Wärmeentwickelung ein iedenes sein, wenn einmal das Wasser, wie das bei der Verbrennung in heller Flamme eht, im gasförmigen Zustande entweicht, ein andermal als flüssiges Wasser oder gar bunden zurückbleibt. Bei dem Uebergang des Wassergases in tropfbar flüssiges Wasser, m Uebergang des Wassers in den festen Zustand (Eis) wird eine sehr bedeutende Menge annkräften noch frei, die im ersteren Fall für den Heizeffekt verloren gehen. Jedermann dass feuchtes Holz eine geringere Verbrennungswärme entwickelt als trockenes; ein htlicher Theil der aus dem chemischen Process frei werdenden Wärme wird für die Verng des Wassers verbraucht; auch das bei der Verbrennung des Holzes erst entstehende r muss für seine Verdunstung entsprechend Wärme in Beschlag nehmen, die der Gesumme der Verbrennungswärme entgeht. Die Verbindung des Wasserstoffs mit Sauereigt sonach eine verschiedene äussere Kraftentwickelung, je nachdem das gebildete r dampfförmig entweicht oder flüssig oder fest zurückbleiben kann. Ganz allgemein ert die bei der Verbrennung frei werdende Wärme als eine algebraische Summe von zwei en, von denen die eine positiv, die andere negativ ist. Die für die Erzeugung von Wärme ve Grösse bezeichnen wir als »Verbrennungsarbeit«, zur Ueberwindung von Winden verbraucht die Verbrennung einen Theil der verwendbaren Spannkräfte, die dann als »freie Wärme« auftreten können, an der Verbrennungs-Wärme sonach abzu- sind. Um z. B. feste Kohle mit Sauerstoff zu der gasförmigen Kohlensäure zu verbinnuss die Kohle selbst aus dem festen in den gasförmigen Zustand — im Kohlensäuregas die Kohle im Gaszustande — übergeführt werden: zu dieser Zustandsänderung wird ein der bei der Verbindung der Atome frei werdenden Spannkräfte verwendet, die also nicht bendige Kraft, als Wärme erscheinen können. Betrachten wir nicht ein Kohlenstoffatom ner Verbindung mit Sauerstoff, sondern eine Summe von solchen zu einem festen Ganereinigt, so wird die Trennung der Kohlenstoffatome von einander, die der Neuverbinvorausgehen muss, einen bestimmten Kraftaufwand, der von der Verbrennungswärme ht, erfordern; je inniger diese Verbindung der Kohlenatome ist, desto grösser ist die zu Trennung erforderliche Kraftquantität. So macht der einfache Unterschied in der Dichte Diamant (krystallisirter Kohlenstoff) schwerer verbrennlich als die Kohle und bedingt Unterschied in ihrer Verbrennungswärme; FAVRE und SILBERMANN fanden die Verbrengswärme des Diamants um 285 Wärmeeinheiten kleiner als die der Kohle. In dem htgas, in welchem der Kohlenstoff schon gasförmig ist, fällt die Arbeit zur Vergasung elben weg, dagegen kommt eine neue, seine Trennung von dem Wasserstoff, hinzu.

Man glaubte früher nach dem sogenannten DULONG'schen Gesetz die bei der Ver-

brennung von Substanzen frei werdende Wärme berechnen zu können aus ihrer ch elementaren Zusammensetzung und der Verbrennungswärme ihrer Elemente; da Verbindung und Lagerung der Atome auch bei gleicher quantitativer Zusamm äusserst verschieden sein kann und ist, und dadurch die »Verbrennungsarbeit« grö kleiner ausfällt, so gibt eine derartige Berechnung keine exakt brauchbaren Resu direct bestimmten Werthe sind oft ziemlich beträchtlich verschieden von den berecl

Da man meist vorauszusetzen pflegt, dass die bei directer Verbrennung organisc entstehende Wärmemenge gleich sei der bei der »organischen Oxydation«, bei der S aufnahme und Zersetzung derselben Stoffe im animalen Organismus frei werdend summe, die zu den Leistungen des Thierkörpers verwendbar werden, so hat man de mungen der Verbrennungswärme verschiedener organischer Substanzen und Nährst von physiologischer Seite einen grossen Werth beigelegt, wir führen daher einige de mentellen Untersuchungsresultate an. Nach FAVRE und SILBERMANN liefert eine Gewicl bei ihrer Verbrennung:

(Aethyl-)Alkohol	7183	Wärmeeinheiten
Ameisensäure	2091	-
Essigsäure	3505,2	-
Buttersäure	5647	-
Valeriansäure	6439	-
Ethalsäure	9316	-
Stearinsäure	9716,5	-
Wachs	10490	-
Terpentinöl	10852	-
Citronöl	10959	-

Von FRANKLAND sind die Verbrennungswärmen bestimmt worden für Stoffe, die rungsmittel in den animalen Organismus eingeführt werden, oder deren Spannkraft die Zwecke der Physiologie von allerhervorragendster Bedeutung ist, er fand:

Eine Gewichtseinheit:	liefert bei der Verpuffung mit chlorsaurem Kali und Mangansuperox	
Traubenzucker	3277	Wärmeeinheiten
Rohrzucker	3348	-
reines Eiweiss	4998	-

[redacted]

e zeigen eine höhere Wärmeentwickelung als die Kohlehydrate und Eiweissstoffe, wie on oben supponirten. Wo es sich nicht um Gewebsbildung, sondern um Kräfteerzeu- B. Wärmebildung) im Organismus handelt, wird ein weit geringeres Gewicht Fett die Wirkung wie ein grösseres von Zucker oder fettfreiem Eiweiss hervorbringen.

gende Betrachtung gibt uns einen Begriff von der Wirkung der Molekularkräfte L):

der Vereinigung von Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser verbinden sich bekannt- e Gewichtseinheit Wasserstoff mit 8 Gewichtseinheiten Sauerstoff zu 9 Gewichtsein- Wasser. Die Erwärmung von 1 Pfund Wasser um 1° C. repräsentirt eine Arbeit von ısspfund (cf. oben S. 105). Die Verbrennung von 1 Gewichtseinheit Wasserstoff zu chtseinheiten Wasser liefert nach den oben angeführten Beobachtungen von Favre und ann 34642, in runder Zahl 34000 Wärmeeinheiten, d. h. eine Wärmemenge, welche hin- um 34000 Pfund Wasser um 1° C. zu erwärmen. Da mit der Wärme, welche verbraucht ım 1 Pfund Wasser um 1° C. zu erwärmen, 1390 Pfund auf 1 Fuss Höhe gehoben wer- nnen, so ist die Arbeit, welche durch die Verbrennung von 1 Pfund Wasserstoff zu 1 Wasser geleistet wird, gleich 34000 × 1390 Fusspfund, die Wärme, welche dabei frei st sonach im Stande, 47 Millionen Pfund auf 1 Fuss Höhe zu heben. Es ist das ein Bei- ır die ganz ungemein grosse Kraft, mit welcher sich chemisch anziehende Atome gegen er stürzen, eine Kraft, gegen welche die Schwerkraft, wie sie sich gewöhnlich auf der iche der Erde äussert, in ihren Wirkungen fast verschwindet. Ueberhaupt sind die larkräfte von überraschend mächtiger Wirkung. Auch bei der Verdichtung z. B. der nigen Stoffe zu Flüssigkeiten, dieser zu festen Stoffen werden sehr grosse Wärmemen- Kraftmengen frei. Wenn sich die Atome der 9 Pfund Wasserdampf unseres Beispiels m Sinken der Temperatur unter 100° C. zur Bildung einer tropfbaren Flüssigkeit gen, so erzeugen sie eine Wärmemenge, welche hinreicht, um die Temperatur von × 9 = 4835 Pfund Wasser um 1° C. zu erhöhen. Multipliciren wir wie oben mit der es mechanischen Aequivalentes für Fusspfund = 1390, so erhalten wir als Arbeitswerth ssen Verdichtung in runder Zahl 6720000 Fusspfund, mit anderen Worten, es könnten die bei der Verdichtung von 9 Pfund Wasserdampf frei werdende Kraftsumme 6720000 auf 1 Fuss Höhe gehoben werden. Durch die weitere Verdichtung vom flüssigen zum nen, festen Zustand werden von den 9 Pfunden Wasser noch 993564 Fusspfund geliefert. ie Verbrennung von 1 Pfund Kohle in der Zeiteinheit = Minute ist h der Arbeit von 300 Pferden in derselben Zeit.

e Molekularkräfte, um deren Verwendung im animalen Organismus es sich handelt, nach in ihrer Quantität sehr bedeutend. Wir sehen schon allein durch nähere Anein- gerung von gleichartigen Atomen sehr grosse Kraftsummen entwickelt, bei der Um- g chemisch sich anziehender Atome muss, wenn dieser Vorgang mit einer Näherung me verknüpft ist, eine unter Umständen noch bedeutendere Kraftmenge frei werden. n wir bei der Umlagerung der Atome des Cyans zu dem atomistisch gleich zusammen- n Paracyan eine so bedeutende Wärmeentwickelung eintreten, dass, wenn dem Versuche Cyansilber benutzt, das sich bildende Paracyansilber in sichtbares geräth. Trotz der gleichen atomistischen Zusammensetzung ist die von Paracyan bei rbrennung gelieferte Wärmemenge dem entsprechend geringer als die des Cyans. Das an kann durch Neuzufuhr von Wärme wieder in Cyan übergeführt werden, es verwan- h nach Delbrück beim starken Glühen in einem Strom von trockenem Stickgas oder säuregas vollständig wieder in Cyan.

trachtungen der Art liessen die Dulong'sche Berechnung der Verbrennungswärme orga- r Substanzen aus der Verbrennungswärme ihrer elementaren Bestandtheile als unzuläs- cheinen, das Experiment widerlegte die Berechnungsresultate. Nach dem Dulong'- s Gesetz müssen alle atomistisch gleich zusammengesetzten Stoffe auch die gleiche nnungswärme haben, was das Experiment nach dem eben Gesagten nicht bestätigt. man die Verbrennungswärme nach dem Dulong'schen Gesetz zu berechnen, hatte von

einem Stoff, welcher Sauerstoff in seiner Verbindung besitzt, so dachte man sich diesen in d Verbindung enthaltenen Sauerstoff schon verbunden mit der äquivalenten Menge desjenig Bestandtheils, zu dem der Sauerstoff die grösste Verwandtschaft zeigt. Diese Quantität d betreffenden Bestandtheils liess man ganz aus der Rechnung weg, man berechnete nur, w viel Wärme bei der Verbrennung des Restes der Bestandtheile gebildet wird. Diese Wärm menge sollte die wirkliche Verbrennungswärme der betreffenden Verbindung sein. Bei de Kohlehydraten (S. 64), die bekanntlich ihren Namen daher haben, dass sie Wasserstoff un Sauerstoff in dem Verhältniss enthalten, in welchem diese Stoffe sich zu Wasser verbinden, wurde der Wasserstoff nach dieser Berechnungsweise als an der Produktion der Verbren-nungswärme sich nicht betheiligend ganz weggelassen, die Wärmeproduktion nur aus dem Kohlenstoff berechnet. Viele organische stickstofffreie Säuren enthalten mehr Sauerstoff als zur Bildung von Wasser mit dem in der chemischen Verbindung vorhandenen Wasserstoff nöthig ist; der Rest des Sauerstoffs, der bei der berechneten Wasserbildung übrig bleibt, musste nach dem DULONG'schen Gesetz noch mit einer äquivalenten Menge Kohlenstoff zu Koh-lensäure verbunden gedacht und, an der Wärmebildung nicht betheiligt, abgerechnet werden. Noch complicirter sind die Berechnungen, wenn noch mehr Elemente als Kohlenstoff, Wasser-stoff und Sauerstoff in der chemischen Verbindung, deren Verbrennungswärme berechnet werden soll, enthalten sind.

Wenn es sich übrigens bei den Betrachtungen nur um allgemeine Ueberschläge handelt, bei denen es auf einen Fehler von mehreren Procenten nicht ankommt, so können, wo keine directen Bestimmungen vorliegen, die nach dem DULONG'schen Gesetz berechneten Zahlen wohl noch immer in Anwendung gezogen werden. Die Vergleichung der Verbrennungswärme des Zuckers und Alkohols zeigt nämlich, dass sich auch beträchtliche Differenzen durch die directen Bestimmungen ergeben können. Und noch einmal wollen wir hier an die Ansicht LIE-BIG's erinnern, dass die Wärme, welche die Stoffe bei ihrer gewöhnlichen Verbrennung liefern, auch im besten Falle nur annähernd der Kraftsumme gleichgesetzt werden könne, welche diese liefern bei der »organischen Oxydation«, bei ihrer im animalen Organismus stattfinden-den Rückführung zu den einfachen Stoffen, aus denen sie in der Pflanze gebildet wurden.

Die Leistungen des thierischen Organismus beruhen auf dem Stoffwechsel.

[redacted]

kräften unter gewöhnlichen Verhältnissen vor allem Wärme gebildet, welche zu den thierisch-organischen Vorgängen ein absolutes Erforderniss ist. In den Nervenzellen und Nervenfasern geht ein bestimmter Theil der Spannkräfte in Electricität über; in den Muskeln wird neben den genannten beiden Kräfteformen auch noch mechanische Arbeit geleistet, so dass wir demnach in diesen die complicirteste Art der Kräfteverwendung antreffen. Es darf freilich nicht vergessen werden, dass bei chemischen Verbindungen stets auch electrische Wirkungen auftreten, so dass auch in allen jenen Zellen, welche nicht zu Muskeln oder Nerven gehören, electrische Vorgänge sich finden. Ebenso gibt es nach den neuesten Beobachtungen kaum eine wahre Zelle, der, wenigstens im Jugendzustande, alle Contractilität, die früher nur den Muskelzellen und -Fasern zugeschrieben wurde, abgeht.

Die Form, die Structur der Organe hat demnach zunächst keinen Einfluss auf die Erzeugung der Kräfte überhaupt; die Verwendbarmachung von Spannkräften ist eine Eigenschaft aller thierischen Zellen, somit also auch aller aus Zellen sich aufbauenden Organe; die Organe haben für die Kräfteerzeugung des Organismus aber insofern Bedeutung, als sie die freiwerdenden Spannkräfte in einer bestimmten, nach der Structur der Organe verschiedenen Richtung verwendbar machen.

Bei den Maschinen unserer Mechanik ist die Verwendung der Spannkräfte, für welche sie bestimmt sind, stets nur eine unvollkommene. Nur ein Theil der absoluten Kraft der Kohle wird als Arbeit der Maschine gewonnen, die übrige Kräftesumme geht als Wärme, Electricität, innere Reibung für die äussere Arbeit verloren. In dem thierischen und menschlichen Organismus, die ja auch Kraftmaschinen im Sinne der Mechanik genannt werden müssen, werden dagegen die Spannkräfte sehr vollkommen ausgenutzt. Die neben der äusseren Arbeit entstehenden Kraftformen der Electricität, Wärme, innere Arbeit, haben für den thierischen Haushalt eine nicht geringere Bedeutung als die äussere Arbeitsproduktion. Ohne Wärme würde die Mehrzahl der Verwandtschaftsbeziehungen der einzelnen den Körper constituirenden und von aussen in ihn eintretenden chemischen Stoffe nicht sich bethätigen können; unter ihrer Einwirkung nur gehen die Sauerstoffverbindungen, auf denen im letzten Grund alle animalen Thätigkeiten beruhen, vor sich. Aehnlich bedingt und bedingend ist das Auftreten electrischer Vorgänge, electrischer Strömungen im Thiere. Wie die chemischen Vorgänge mit electrischen Erscheinungen verknüpft sind, so können, wie es scheint, auf der anderen Seite gewisse Zersetzungen, z. B. die das Zellenleben charakterisirende Spaltung der Eiweissstoffe, nicht ohne Einwirkung jener starken electrischen Ströme, die sich in den Zellen und Zellenabkömmlingen, besonders den Muskeln und Nerven finden, vor sich gehen. Wir sehen die Grösse des Stoffverbrauchs in jenen Organen im Verhältniss stehen zu der Stärke des in ihnen kreisenden electrischen Stromes.

Die thierische Kraftmaschine ist also eine vollkommenere als die von der Mechanik gelieferten krafterzeugenden Maschinen, doch beruhen im letzten Grunde die thierischen Kraftleistungen auf den gleichen Bedingungen, auf dem Frei- und Verwendbarwerden von Spannkräften, auf die auch die Leistungen der Maschinen zurückgeführt werden können. Bei den calorischen Maschinen

besteht der kraftproducirende Vorgang ebenso in Sauerstoffaufnahme chemisc Stoffe wie bei den animalen Organismen.

Kraftquellen des Organismus ausser der organischen Oxydation.

Bisher haben wir nur die bei der Verbindung von Stoffen frei werdende Wärme Kraftmaterial betrachtet; es kommen auch Verbindungen vor, bei deren Entstehung Wä verschwindet, die dagegen bei ihrer Zersetzung Wärme liefern.

Derartige Stoffe scheinen in der organischen Natur nicht ganz selten zu sein. Wir sel dass bei der Zersetzung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol Wärme frei wird, die G rungswärme; ähnliches Verhalten wird für eine Reihe von Stoffen angenommen wei müssen, zum Theil ist der Beweis dafür schon geliefert. Eine der Hauptursachen für di merkwürdige Verhalten, das zunächst ganz unerklärlich erscheint, ist die Zusamm setzung, die auch sogenannte freie Moleküle, z. B. Sauerstoff, nach den Entdeckur SCHÖNBEIN's erkennen lassen (FICK). An einem Beispiel wird der Vorgang am einfachsten werden. Bei der Zersetzung des Stickoxyduls (NO) in Stickstoff und Sauerstoff wird Wä frei. Stickstoff und Sauerstoff ziehen sich gegenseitig an, durch ihre Verbindung muss bestimmte Summe lebendiger Kraft gebildet werden; da diese nicht zum Vorschein kon so müssen wir annehmen, dass für sie eine während der Verbindung eintretende innere Ar verbraucht werde. SCHÖNBEIN lehrt, dass jedes Molekül freier Sauerstoff aus zwei Ato zusammengesetzt ist, die beide Sauerstoff sind, aber einen electrischen Gegensatz zei Ozon $\ominus$ und Antozon $\oplus$, freier Sauerstoff ist eine Verbindung von $\ominus + \oplus$. Diese Sa stoffatome müssen zuerst mit Aufwand einer gewissen Kraftsumme getrennt werden, w eins derselben sich mit dem Stickstoffatom verbinden soll. Zu dieser Trennung der Sauers atome wird die bei der Verbindung des Stickstoffatoms mit dem einen getrennten Sauers atom entstehende lebendige Kraft verbraucht. Es ist das ein Beispiel dafür, dass bei Verbindungen von Stoffen überhaupt, wie wir schon oben sahen, meist mehrere Proc neben einander herlaufen, von denen die einen Kräfte verbrauchen, die anderen Kräfte lie die algebraische Summe kommt zur Wahrnehmung als Verbindungs = Verbrennungswär die also theoretisch betrachtet entweder negativ oder positiv sein kann. Die bei der Bild des Moleküls Stickoxydul verbrauchte Wärme wird bei der Trennung desselben wieder indem sich die abgespaltenen Sauerstoffatome wieder paarweise zu neutralem Sauerstoff binden. Es ist experimentell nicht festgestellt, ob dieser Erklärungsgrund ausreicht für derartigen Fälle, von denen die explosiven chemischen Verbindungen die geläufigsten spiele liefern. Von manchen Seiten wird der Spaltung des Eiweisses hypothetisch bedeutende Kraftentfaltung zugeschrieben, die bei der Muskelthätigkeit zur Wirkung kon soll. Analog wie Sauerstoff verhalten sich bekanntlich auch noch andere Elementars z. B. Kohlenstoffatome können sich chemisch unter einander verbinden, ihre Trennung braucht dann Kraft.

Die Kräfte, über die der animale Organismus verfügt, stammen n dem Vorstehenden: aus der chemischen Stoffzersetzung und Stoff bindung, vor Allem der organischen Oxydation, Vorgänge, die wir »Stoffwechsel« im vorigen Capitel zusammenfassten.

Durch eine Reihe von mechanischen Vorgängen im Organismus, wie z. B. d die Reibung des Blutes in den Venen und Arterien, wird Wärme geliefert, d. h. lebe Kraft frei, die der Organismus auch zu seinen Zwecken verwenden kann. Man hat hin wieder gemeint, dass, da dieser Satz unbestreitbar ist, ein Theil der von dem Thierorganis erzeugten lebendigen Kraft (Wärme) nicht den chemischen Processen des Stoffwechsels stamme, dass sich die aus den mechanischen Vorgängen hervorgehende Wärmemenge zu durch chemische Ursachen erzeugten hinzuaddire. Diese Meinung ist irrig, da man nicht gessen darf, dass die Kraft, mit der sich das Blut bewegt, und die du

eibung in Wärme umgesetzt wird, von der Muskulatur des Herzens aus hemischen Umsatzvorgängen geliefert wird. Analog ist es mit der Wärme, die as den Athembewegungen etc. entsteht; alle diese mechanisch erzeugten lebendigen Kräfte atstammen in ihrem letzten Grunde doch dem Stoffwechsel, so dass wir diesen als die einzige rsache der Krafterzeugung betrachten müssen. Die Wärmemengen, die aus den angegebenen echanischen Ursachen im menschlichen Körper entstehen, sind sehr bedeutend. Der Aortenreislauf leistet nach Fick in 24 Stunden eine Arbeit von etwa 40000 Kilogrammmeter, was ist 100 Wärmeeinheiten gleich ist. Nach Volkmann's Angaben noch $^1/_2$ mal mehr. Durch die Reibung wird diese gesammte Kraftsumme in Wärme verwandelt; der menschliche Körper iefert sonach allein durch die Reibung in seinen Blutgefässen wenigstens eine Wärmemenge, um 100 Kilogramm = 200 Pfund Wasser um 1° C. zu erwärmen. Nach der Schätzung von Donders beträgt die Arbeit eines Athemzugs 0,63 Meterkilogramme; rechnet man auf die Stunde 900 Athemzüge, so beträgt die fast ganz in Wärme sich umwandelnde Respirationsarbeit in einer Stunde 567 Meterkilogramme, in 24 Stunden 13608 Meterkilogramme, in runder Summe 32 Wärmeeinheiten. Legen wir die Frankland'schen Verbrennungswärmebestimmungen einer Berechnung der Wärmemenge zu Grunde, welche ein Erwachsener in 24 Stunden producirt, so finden wir dafür im Durchschnitt etwa 2200 Wärmeeinheiten (cf. thierische Wärme). Rechnen wir zur Wärmeerzeugung durch Blutcirculation und Athmung noch die Wärmemenge an, welche durch die übrigen Bewegungen im Organismus erzeugt wird: Lymphbewegung, Bewegung der Eingeweide etc., so finden wir, dass die auf die angegebene Weise mechanisch erzeugte Wärme etwa $^1/_{10}$ der Gesammtwärmeproduktion des Körpers ausmacht.

Noch eine Reihe anderer Processe betheiligt sich in dem secundären Sinn wie die Reibung an der Produktion der im thierischen Organismus auftretenden lebendigen Kräfte. Das Nähere wird bei der Besprechung der Quellen der Muskelkraft beigebracht werden. Hier soll nur daran erinnert werden, dass durch »Umlagerung der Atome« in einer chemischen Verbindung schon grosse Mengen von lebendiger Kraft geliefert werden können, wie das oben angeführte Beispiel von dem unter Wärmeentwickelung eintretenden Uebergang von Cyan in Paracyan lehrt. Diffusion, Imbibition, die je nach den Lebenserscheinungen der Gewebe verschieden stark sind, Veränderung der Cohäsion und Elasticität sind als Kraftquellen bekannt, die in dem animalen Organismus ihre Wirkungen entfalten. In Veränderungen der angedeuteten mechanischen Verhältnisse der Organe speichern sich die aus dem Stoffwechsel stammenden Kräfte zum Theil auf. Die Kraftentwickelung der Organe (Muskeln, Nerven etc.) hat ihre nächste Quelle, neben dem fortschreitenden Stoffwechsel, theilweise in derartigen mechanischen kraftliefernden Veränderungen, die wir bei Arbeitsleistung in den Organen eintreten sehen.

Mechanische Arbeitsleistung durch Contractilität der Zellen, Flimmerzellen.

Unter den lebendigen Kräften, die wir von der animalen Zelle entwickelt sehen, steht die mechanische Arbeitsleistung durch Contractilität oben an. Wärme- und Electricitätsentwickelung in den Zellen und den Organen finden in der Folge im speciellen Theil ihre ausführliche Darstellung.

Wir sehen die Erscheinungen der Contractilität an das eiweissreiche Zellenprotoplasma geknüpft. Ueberall, wo wir mechanische Leistungen als Eigenbewegungen der Zellen — Locomotionen — oder Bewegung grösserer Organe oder des Gesammtkörpers antreffen, beruhen diese auf Gestaltsveränderungen des Protoplasma.

Die Ausdrücke: Contraction und Contractilität beziehen sich zuerst auf die glatten Muskelzellen und quergestreiften Muskelschläuche. Diese zeigen auf Reize eine Verkürzung und Verdickung, sie ziehen sich zusammen, werden mehr oder

weniger kugelig, und können dadurch, weil sie im Ruhezustand bandart Längen besitzen, entferntere Organtheile, an denen sie mit beiden Enden l festigt sind, einander annähern.

Die Gestaltsveränderungen der übrigen Zellen, welche die neuere F schung als contractil erkannte, sind davon principiell nicht verschieden. l Contraction des Protoplasma ist entweder eine totale oder eine partielle. ersteren Fall nimmt die ganze Masse die Kugelgestalt an, oder nähert s derselben möglichst. Viel gewöhnlicher sind partielle Contractionen, die mannigfachen Formveränderungen bestehen, oder in Bewegungen von Flüss keiten in dem Protoplasma. Diese letzteren sollen durch partielle Contraction des Protoplasma, die HEIDENHAIN mit den peristaltischen der Darmmuskula vergleicht, hervorgerufen werden. Das aktive Aussenden von Fortsätzen a der Zelle geschieht ebenfalls durch partielle Contraction. Der Ruhezustand d Zelle ist bei freien Zellen meist mit der kugeligen Form verbunden, bei ve bundenen und freien stets mit der Form, in welcher sich alle auf die Zelle e wirkenden Kräfte das Gleichgewicht halten. Gehen wir der Einfachheit weg von der kugeligen Gestalt der Zelle aus, so erfolgen die partiellen Contraction des Protoplasma stets in peristaltischer Weise, indem sich in der Richtu grösster oder kleinster Kreise der kugeligen Zellenoberfläche das Prot plasma zusammenzieht. Diese regelmässige Form der Contractionen bei all Protoplasmakörpern lässt auf eine ganz regelmässige und übereinstimmen Structur desselben schliessen. Die Zellvermehrung durch Theilung des Prot plasmas hat man schon seit längerer Zeit als ein Contractionsphänomen aufg fasst. Hier findet zunächst eine partielle Contraction in der Richtung ein grössten Kreises statt, welche die der Theilung vorausgehende biscuitförmi Einschnürung hervorruft. Schreitet die Contraction nach rechts und links w dem primär contrahirten grössten Kreisabschnitte fort, so entsteht die Wurs form der Zelle, contrahirt sich das Protoplasma in der Richtung aller sein grössten Kreise, so entsteht die Kugelform der Contraction. Beginnt die Prot plasmaconcentration an der Zellenoberfläche an einem kleinsten Kreise, u schreitet sie auf grössere Kreise fort, so entstehen mehr oder weniger fei Ausläufer, die durch Nachlassen der Contraction wieder eingezogen werd können. Formveränderungen, die mit voller Gewissheit auf Contractilität de teten, sind bis jetzt fast nur noch an den Nervenzellen und rothen Blutkörpe chen vermisst. Sonst zeigen wohl alle jugendlichen Zellen, namentlich lange die Grenzschichten des Zellinhaltes noch nicht zu einer festeren Membr erhärtet sind, Bewegungserscheinungen. Sehr lebhaft sind die Bewegung erscheinungen an befruchteten Eiern (Fischeiern).

Am bekanntesten sind amöboide Gestaltveränderungen an jenen im To kugeligen, freien Zellen, die im thierischen Körper so vielseitig vorkommen u als farblose Blutkörperchen, Lymph- und Chyluskörperchen, Schleimkörperche Eiterkörperchen, Wanderzellen beschrieben werden (Fig. 53). Ihre Contraction sind lebhaft bei einer Temperatur, welche der des lebenden Körpers entspri oder sehr wenig höher ist. In wasserreicheren Flüssigkeiten ist die Contractili der Körperchen eine lebhaftere als in concentrirteren (R. THOMA). Leichter an diesen Zellen aus den Flüssigkeiten des Menschen- und Säugethierkörp können die fraglichen Bewegungen an den analogen Zellen vom Frosch l

obachtet werden, namentlich an Eiterkörperchen aus der wässerigen Flüssigkeit des Auges bei (künstlicher) Hornhautentzündung. Bringen wir, nicht ohne Erfüllung gewisser Vorbedingungen, ein Tröpfchen dieser Flüssigkeit unter das Mikroskop, so zeigen ihre Zellen die verschiedensten zackigen Gestalten (Fig. 52).

Fig. 52.



Contractile Zellen aus dem Humor aqueus des entzündeten Froschauges.

Fig. 53.



Contractile farblose Zellen des menschlichen Blutes; *a* 1—10 auf einander folgende Formveränderungen einer Zelle im Laufe von 40 Minuten; *b* eine sternförmige Zelle.

Sehr träg oder rascher sehen wir die Form dieser Ausläufer und Zacken sich verändern. Aus dem Zellenkörper treten dünne, fadenförmige Fortsätze oft ziemlich rasch hervor, andere breitere verästeln sich. Berühren sich solche ausgesendete Aeste benachbarter Fortsätze, so fliessen sie in einander und bilden zierliche Maschenräume. Andere Ausläufer verkürzen sich dagegen und ziehen sich ganz in den Zellenleib zurück. Im Zelleninhalt zeigt sich ein Strömen der Protoplasmakörnchen. Erst bei dem Eintritt des Todes lässt dieses Bewegungsspiel nach, die Zelle wird rundlich, kugelig und nimmt so die Form an, die man früher allein für sie charakteristisch hielt. An den Zellen des lebenden Bindegewebes und an den sternförmigen Zellen der Hornhaut haben Kühne u. A. ein ähnliches Spiel von Bewegungserscheinungen gesehen. Auch Drüsen- (Leber-) Zellen sollen derartige Bewegungen zeigen. Kölliker sah S a f t s t r ö m u n g e n i n a n i m a l e n Z e l l e n (in Zellen von Polyclinium stellatum und den Knorpelzellen der Kiemenstrahlen von Branchyomma), die, wie analoge Erscheinungen bei Pflanzenzellen, auf Strömungen des Protoplasma vom Kern gegen die Peripherie beruhen.

An den **Wimper- oder Flimmerzellen** gewisser Epithelien: Athemorgane vom Naseneingang bis in die feinsten Bronchien, in den Geschlechtsorganen von den Tuben bis zum Muttermund, in den Hirnhöhlen, stehen feine Härchen an der Oberfläche eines Theiles der Zellmembran: die W i m p e r h ä r c h e n oder F l i m m e r c i l i e n. So lange diese Zellen leben, sind die Härchen in fast unablässiger schwingender Bewegung begriffen. Auch diese Bewegungen scheinen auf Contractionsphänomenen des Zellenprotoplasma zu beruhen, in welche neuere Beobachter die »Wurzeln« der Cilien verfolgt haben wollen (Valentin, Kehlmann, Friedreich, Eberth u. A.). Eine Einwirkung des Nervensystems scheint nicht stattzufinden. Die Härchen können durch ihre Bewegungen leichte

Körperchen, Schleim etc. in bestimmter Richtung fortschleudern; man kann diese Bewegung kleiner Körperchen, z. B. aufgestreuter Kohlestäubchen, an der Mundschleimhaut des Frosches sehr leicht beobachten. Diese Bewegungen werden durch Wärme (CALLIBURCES u. A.) beschleunigt, ebenso durch electrische Ströme, gleichgültig von welcher Richtung. Uebrigens ist die Kraft, welche sie dabei entwickeln, nicht ganz gering, BOWDITCH berechnet dieselbe für je 1 □cm Oberfläche flimmernde Schleimhaut des Frosches zu 6,805 Grammmillimeter in der Minute; auf ihr eigenes Gewicht bezogen sei ihre Arbeitsleistung 35 mal kleiner als die quergestreifter Muskeln.

An Kernen von Zellen zeigen sich bei höheren Thieren selten Bewegungen. Die Lebensbedingungen der Samenfäden oder Zoospermien sind genau die gleichen, welche für die Flimmerbewegung aufgefunden wurden. Die Bewegung des Schwanzes der Zoospermien ist ganz analog der der Cilien der mehrhaarigen Flimmerzellen; der Samenfaden kann als eine Flimmerzelle mit nur einer Cilie angesprochen werden.

In den Pigmentzellen der Frösche, in den Knorpelzellen, die beide auch contractil sind, in den Eiterkörperchen, weissen Blutkörperchen, Schleim- und Speichelkörperchen finden sich die Inhaltskörnchen in einer Molekularbewegung, die mit dem Leben der Zelle schwindet. Es ist wahrscheinlich, dass diese Körnchenbewegung theilweise denselben Grund hat, wie die Molekularbewegung, die man an unorganischen, sehr feinen Niederschlägen in Flüssigkeiten wahrnimmt. Mit dem Absterben der Zellen tritt meist ein Festwerden des flüssigen Inhalts und damit Molekularruhe ein.

v. RECKLINGHAUSEN, ENGELMANN u. A. beobachteten zuerst an den contractilen Körperchen von der Froschhornhaut eine Ortsveränderung innerhalb des Gewebes, sie schieben sich durch Gewebslücken hindurch und legen so nicht ganz langsam ziemliche Strecken zurück: Wanderzellen im Gegensatz zu den fixen Hornhautkörperchen. Sie wechseln dabei fortwährend ihre Gestalt, indem sie sich dem engen Raum anpassen. COHNHEIM lehrte uns, dass die weissen Blutkörperchen aus den Gefässen aus- und in die Gewebe einwandern können.

HÄCKEL, RECKLINGHAUSEN, LIEBERKÜHN u. A. sahen Körnchen von zerriebenem Zinnober, Karmin, Indigo, kleine Fettmoleküle der Milch von Zellen mit amöboider Bewegung in ihr Protoplasma aktiv aufgenommen werden. An die ausgesendeten Zellenfortsätze hängen sich die Körnchen an, das Protoplasma »umfliesst« sie und hüllt sie ein; werden die Fortsätze eingezogen, so gelangen mit ihnen die Körnchen in das Protoplasma. Besonders deutlich sieht man diesen Vorgang der Zellenfütterung an den farblosen Zellen des Blutes, der Lymphe, des Eiters. Im lebenden Organismus sehen wir auch grössere geformte Massen in das weiche Zellenprotoplasma eindringen: eingedrückt werden: Farbstofftrümmer, Fettkügelchen, selbst ganze Blutkörperchen (blutkörperhaltige Zellen) (W. PREYER) finden wir im Zelleninnern eingebettet. Die Colostrumkörperchen der Milch, welche auch aktive Contractilität zeigen, geben dagegen ihre Fettkörnchen aktiv ab, so dass sonach Aufnahme und Abgabe von Stoffen von Seite des Protoplasma als ein aktiver Contractionsvorgang erscheint (STRICKER).

Die Stoffaufnahme und das aktive Wandern der Zellen öffnen dem Blick

ine neue Welt minimaler Vorgänge (Frey). Amöboide Zellen, die wir in thierichen Flüssigkeiten und Geweben so häufig finden, ohne uns ihr Vorkommen ollkommen erklären zu können, können aus tiefer gelegenen Organpartien usgewandert sein. Geformte Partikelchen von Ferment- und Ansteckungsstoffen können, in Amöboidzellen aufgenommen und von diesen nach entfernten Lokalitäten des Körpers gebracht, zu schweren Folgen für den Organismus führen.

Die Contractilitäts-Erscheinungen des Protoplasma sind offenbar in vielen Fällen von dem Einfluss des Nervensystems unabhängig, wie sich aus der Thatsache ergibt, dass auch freie, einzelne Zellen solche Bewegungen zeigen. In anderen contractilen Zellen und Zellenderivaten: glatten und quergestreiften Muskeln, Pigmentzellen der Batrachier, wirkt Nerveneinfluss normal bei der Contraction mit. Der motorische Nerv tritt hier in mehr oder weniger directe Verbindung mit dem contractilen Protoplasma.

Bedingungen der Contractilität des Protoplasma.

Man hatte bisher vorzugsweise die chemisch-physikalischen Lebenserscheinungen der animalen Zellengebilde an dem Muskelgewebe untersucht. Die neueren Untersuchungsresultate erstrecken sich auf die Lebensbedingungen des Nervengewebes und einzelner Zellen. Im Allgemeinen zeigt sich eine ungemeine Uebereinstimmung in den Lebensbedingungen der verschiedensten Zellen und Zellenabkömmlinge. Nach den Untersuchungen von Kühne, Engelmann u. A. zeigt sich eine solche in der angedeuteten Richtung zwischen dem Protoplasma der einzelnen Zellen und den Muskeln; dieselbe Behauptung lässt sich auch zwischen Zellenprotoplasma und Nerven aufstellen (cf. Nerven). Die Bedingungen der Contractilität des Protoplasma sind die Hauptlebensbedingungen aller Zellen und Zellenabkömmlinge.

Die Contractilität des Protoplasma ist vor allem abhängig von seiner normalen chemischen Zusammensetzung. Alles, was Gerinnung in den Eiweisskörpern des Protoplasma hervorruft, ist der Contractilität feindlich. Bei dem Tode der Zellen häuft sich in ihnen eine freie Säure an, welche Gerinnselausscheidungen (z. Th. Myosingerinnung) verursacht. Diese Gerinnungen sind die directe Ursache des Aufhörens der Contractilität absterbender Zellen. Alle Einflüsse, welche eine Säureanhäufung in der Zelle bedingen, wie starke Thätigkeit, übermässig gesteigerte Wärmezufuhr, vernichten oder schwächen diese Lebenserscheinungen ebenso wie direkte Applikation von verdünnten Säuren (Huizinga). Auch die Kohlensäure, welche im Verlaufe des allgemeinen Zellenlebens sich fortwährend bildet, hebt schon in geringen Mengen die Contractilität auf. Durch Entfernen der Kohlensäure (z. B. durch einen Strom von Wasserstoffgas) kehrt oft die Contractilität zurück, so lange noch keine tödtlichen Veränderungen des Protoplasma eingetreten sind. Die physiologische Bedeutung der einen Seite der Zellenathmung, der Kohlensäureausscheidung, ist dadurch erklärt. Schwache Alkalien lösen die Wirkung der schwachen Säuren, auch der Kohlensäure wieder, doch sind auch sie für sich allein nicht ganz unschädlich; haben sie Stillstand verursacht, so kehrt die Bewegung durch Hinzuführung schwacher Säuren (Neutralisation) zurück. Destillirtes Wasser kann ebenfalls Gerinnung des Protoplasma hervorrufen, da ein Theil der Eiweisskörper desselben nur in Salzen gelöst ist. Etwa bei 40° C. tritt die Veränderung des Protoplasma durch Wärme, eine Art »Starre«, ein Festwerden durch Gerinnung ein, wie wir das bei den Muskeln noch näher kennen lernen werden. Diese »Wärmestarre« vernichtet endlich die Erregbarkeit definitiv. Die Contractilität ist weiter abhängig von einer Athmungs-Aufnahme von Sauerstoff in die Zellen. Sauerstoffmangel macht das Protoplasma bald bewegungslos, ebenso wirken eine Reihe giftiger Stoffe: Alkohol, Chinin etc.

Das Protoplasma wird zu seinen Bewegungen angeregt durch Reize; es sind dieselben die wir auch für Muskel- und Nervengewebe in dem gleichen Sinne wirksam finden werden Im Allgemeinen sehen wir, dass alle diejenigen Agentien, welche rasch eine bedeutendere Aenderung in der Lebensenergie des Protoplasma hervorrufen Reize sind und Contractionen bewirken. Diese Veränderung der Lebensintensität kann eine Schwankung nach aufwärts oder nach abwärts sein. So sehen wi Wärme und Electricität das Protoplasma zu Bewegungen anregen, in einer Intensität angewendet, in welcher sie die Lebensenergie erhöhen, wie wir oben schon bei der Betrachtung der Flimmerbewegung sahen; so sehen wir Kälte und mechanische Alterationen, übermächtige Wärme und Electricität als Reize wirken, obwohl sie die Lebensenergie des Protoplasm vernichten oder wenigstens herabsetzen. Es steht der Bewegung des ruhenden Protoplasma eine Hemmung entgegen, die zum Theil in der Wirkung der »ermüdenden Stoffe«, zum Theil in der Stärke der in dem Protoplasma fliessenden electrischen Ströme beruht Diese Hemmung wegzuräumen, ist Aufgabe der Reize; alle haben sonach, wie das für di Nerven definitiv erwiesen ist, eine Erhöhung der Erregbarkeit des Protoplasma und Schwächung der elektromotorischen Eigenschaften als erste Wirkung, der erst dann d Eintritt der wahren Erregung folgt.

Bei dem Zellenprotoplasma sehen wir unter gewissen Umständen ein Schwächerwerden der aktiven Thätigkeit, endlich ein Aufhören derselben eintreten. Das Sistiren der Protoplasma bewegungen kann entweder ein definitives sein: Tod der Zelle, oder es kann möglicher weise wieder in Bewegung übergehen: Ermüdung der Zelle. Beide Vorgänge haben insofern eine Aehnlichkeit, als sie auf analogen, primär den gleichen chemischen Veränderungen des Protoplasma beruhen. Diese Veränderungen bestehen bei der Ermüdung 1) Anhäufung gewisser, die Protoplasmabewegung hindernder Stoffe: ermüdender Stoffe von denen für das Zellenprotoplasma die bei dem Umsatz desselben entstehenden fixen Säuren (z. B. Milchsäure etc.), die gasförmige Kohlensäure und die Kalisalze auf ihre Wirkung näher untersucht sind (J. Ranke); 2) in Mangel an Sauerstoff. Eine Ermüdung aus Mangel an zersetzbarem Material ist bis jetzt noch nicht beobachtet worden; obwohl von vielen Physiologen angenommen, ist sie mehr als unwahrscheinlich. Durch Entfernung der ermüdenden Stoffe, meist schon durch Neutralisation der Säuren oder Alkalien, und durch Neuzufuhr von Sauerstoff verschwindet die Ermüdung. Haben chemische Veränderungen im Protoplasma zu Gerinnungen der Albuminate geführt, so geht die Ermüdung in Tod über. Künstlich kann aber auch die Gerinnung manchmal wieder gelöst und damit schon scheinbar abgestorbenen Zellen die Erregbarkeit zurückgegeben werden.

Die Bewegung der Flimmerzellen, welche neuerdings näher studirt worden verdient eine eigene Betrachtung, obwohl sie in ihren Bedingungen mit den allgemeinen Gesetzen der Protoplasmabewegung animaler Zellen übereinstimmt. Engelmann fand seinen Untersuchungen der Flimmerbewegung bei Wirbelthieren, vor allem bei dem Frosch dass unter normalen Verhältnissen jedes Flimmerhaar in einer senkrecht auf der Oberfläche der Zelle stehenden Ebene schwingt. Die Schwingungsrichtungen benachbarter Flimmerhaare sind unter sich und im Allgemeinen der Längsaxe des Organs, in dem sich Flimmerzellen finden, parallel. Jedes Flimmerhaar macht normal wenigstens 12 ganze Schwingungen in der Secunde. Jede ganze Schwingung besteht aus zwei halben Schwingungen ungleicher Dauer, die Contraction des Haars dauert länger als die Erschlaffung. Erschlaffung und Contraction pflanzen sich abwechselnd in Form einer Welle mit der Geschwindigkeit von wenigstens 0,24 mm in der Secunde peristaltisch über das Haar fort. Aus dem lebenden Organismus entfernte Flimmerzellen (Flimmerhaare) werden auch in indifferenten Flüssigkeiten (Blutserum, Kochsalzlösung von 0,6 — 1%) nach und nach starr, meist werden die oberen Theile der Haare zuerst bewegungslos, dadurch werden die Haarbewegungen »hakenförmig« die Haare beugen sich wie im Knie; im umgekehrten Falle werden die Bewegungen »pendelnd« durch unsymmetrische Erstarrung wechselt die Bewegung ihre Richtung. Dem Eintritt der Starre geht ein Stadium der Ermüdung voraus, die Geschwindigkeit der Contractionsbewe

; und die Grösse der Contraction nimmt ab. Die Starre beruht auch hier theils auf Mangel ıgender Sauerstoffzufuhr, theils auf dem Eintritt von Gerinnung der Eiweissstoffe des oplasma, theils auf Anhäufung von Säure (ermüdenden Stoffen). Nach den Mittheilungen se's ist die Starre theils als fortgesetzte krampfhafte (tetanische) Contraction des Protoma, theils als wahre Todesstarre aufzufassen. Die Beobachtungen von CALLIBURCES, dass Flimmerbewegungen beschleunigt werden durch Erwärmung auf etwa 30°, bestätigte u; höhere Temperaturen, beim Frosch 44°—45°, bewirken Stillstand, der bei Abkühlung der aufhört, bei noch höheren Graden und längerer Einwirkung aber beständig ist (Tod). use hält den vorübergehenden Stillstand dem »Wärmetetanus«, den bleibenden der 'ärmestarre« der Muskeln für entsprechend. Kälte hemmt ebenfalls anfänglich vorergehend, später dauernd die Bewegung, so dass sie durch Erwärmen nicht wieder hervorrufen werden kann. Der Grad, bei welchem vorübergehender oder definitiver Stillstand ntritt, ist verschieden. Gefrorene Flimmerzellen bewegen ihre Cilien manchmal nach dem ufthauen noch kurze Zeit. Die Wirkung der Electricität auf die Flimmerbewegung wurde on ENGELMANN, J. KISTIAKOWSKI und A. STUART beobachtet. K. untersuchte zuerst mit unolarisirbaren Electroden. Er beobachtete das Wandern eines an einem Kokonfaden aufgehängten Siegellackknöpfchens, das die abpräparirte Gaumenhaut des Frosches lose berührte, auf dieser hin. ENGELMANN construirte für die Beobachtungen eine Flimmeruhr und Flimmermühle. Konstante Ströme jeder Richtung beschleunigten die Flimmerbewegung und damit die Bewegung des kleinen Siegellacksignals; dasselbe trat durch Inductionsströme ein. Die Beschleunigung überdauerte die Ströme einige Zeit. Natürlich oder künstlich z. B. durch äusserst verdünnte Säuren ermüdete, sich langsam oder gar nicht mehr bewegende Flimmerzellen können durch rasch verlaufende positive oder negative Schwankungen constanter electrischer Ströme oder durch Inductionsströme erregt werden, ganz wie Muskeln und Nerven (ENGELMANN); man beobachtet auch ein Stadium der latenten Reizung (cf. Muskel), dessen Dauer bei sehr schwachen Strömen bis auf 5 Secunden und mehr anwachsen kann. Sehr starke electrische Schläge oder fortgesetzt einwirkende Wechselströme vernichten die Cilienbewegung. Gegen chemische Einflüsse, z. B. Wasserentziehung und Wasserimbibition durch Veränderung der Concentration der bespülenden Flüssigkeit ist die Flimmerbewegung sehr empfindlich, Wiederherstellung der normalen Concentration ruft oft die Bewegung wieder hervor. Die Wirkung der Säuren und Alkalien ist die oben angegebene, gleichgültig, ob sie als Flüssigkeiten oder Gase einwirken. Säuren wirken schon in grösserer Verdünnung schädlich als Alkalien, der Stillstand durch verdünnte Säuren kann durch verdünnte Alkalien wieder aufgehoben werden und umgekehrt. Der Kohlensäurestillstand kann durch Entfernen des Gases durch einen Wasserstoffstrom wieder verschwinden (ENGELMANN). Ammoniak, Kali, Natron wirken direct als Reize, insofern sie bei »ermüdeten Flimmerzellen« die Bewegungen wieder hervorrufen, wie electrische Stromschwankungen, ebenso Wärme. Die beginnende Wärmestarre und die natürliche Ermüdung, bei denen sich also offenbar Säure im Zellenprotoplasma bildet, kann nicht durch schwache Säuren, wohl aber durch schwache Alkalien aufgehoben werden. Mangel an Sauerstoff hebt die Flimmerbewegung ziemlich rasch auf, Zufuhr von Sauerstoff oder atmosphärischer Luft bringt die Bewegungen zurück. KÜHNE bewies, dass die Flimmerzellen dem Oxyhämoglobin den Sauerstoff entziehen und auf dessen Kosten ihre Wirkung fortsetzen können; die Flimmerbewegung steht still, sobald die Hämoglobinlösung, in der sich Flimmerzellen bewegten, die beiden Streifen des Oxyhämoglobins nicht mehr zeigt; die Bewegung beginnt wieder mit der Neuzuführung von Sauerstoff zu dem Hämoglobin. Das Protoplasma zeigt also eine sehr kräftige Anziehung für Sauerstoff, den es nicht nur frei aufnehmen, sondern auch aus schwachen Verbindungen für seine Zwecke frei machen kann.

Das Verhalten des Flimmerzellen- und des anderen animalen Protoplasma ist sonach mit dem der contractilen Fasern und Nerven (J. RANKE) ganz übereinstimmend; ENGELMANN hat auch eine regelmässige Electricitätsentwickelung an den Flimmerzellen wahrgenommen, die seinen Angaben nach dem Muskel- und Nervenstrom E. DU BOIS-REYMOND's entsprechen soll.

Man hat sich vielfältig nach den Ursachen gefragt, welchen die Flimmerbewegung entspringt. Nach den Darstellungen, die wir oben gegeben, wären die Cilien selbst contractil, nach den Angaben Anderer durchsetzen die Cilien die Zellmembran, aus der sie hervorragen, und treten mit dem Protoplasma in Verbindung, so dass sie an den Bewegungen desselben entweder passiv theilnehmen oder vielleicht als Bestandtheile desselben aktiv. A. STUART will an gewissen Flimmercilien (der Eolidinenlarven) an Muskelfasern erinnernde Querstreifung, in dem Zellprotoplasma selbst eine sehr dichte Längsstreifung gesehen haben; bei den verlangsamten Flimmerbewegungen sah er den Kern der Zelle sich mit auf und abwärts bewegen, was auf eine abwechselnde Contraction des Protoplasma deuten würde. Bei einigen Thieren sind Cilienbewegungen offenbar freiwillig und stehen unter dem Einfluss des Nervensystems wie die Wimperbewegungen an den Ruderorganen der Räderthiere. »Betrachtet man Thierchen, wenn sie die Bewegung anfangen, so sieht man immer deutlich ein Ausstrecken und Anziehen, ein Greifen der gekrümmten Wimpercilien, das aber alsbald in das Wirbeln übergeht, welches eine andere Art von Bewegung ist, als jenes Greifen« (EHRENBERG). Das »contractile Gewebe an der Basis der Cilien« kann wohl entweder »spontan« oder bei anderen Wesen unter Nerveneinfluss in Bewegung gesetzt werden. Bei den Wirbelthieren ist die Flimmerbewegung vom Nervensystem direct nicht abhängig, seine Bewegungen gehen bei Vernichtung der Nerventhätigkeit, wie es scheint, ungestört fort. Bei Vögeln und Säugethieren dauern bei 150 C. die Bewegungen $^3/_4$—4 Stunden (VALENTIN), hören aber schon bei 50 auf. Normale Ermüdungserscheinungen der Flimmerbewegung zeigen sich an ausgeschnittenen Flimmermembranen und einzelnen Zellen; J. MÜLLER machte aber auch uns zwar zuerst darauf aufmerksam, dass an den unverletzten Kiemen der Anneliden zuweilen grosse Strecken ganz ruhen, um nach einiger Zeit ihre Thätigkeit wieder zu beginnen. Die Ermüdung ist an sich noch kein Beweis für die Nervenwirkung, da das Protoplasma durch seine eigene Thätigkeit die chemischen Veränderungen der Ermüdung einleitet. — Ueber das Wesen der Contractilität und die dabei stattfindenden Kräfteübertragungen vergleiche man, wie über andere naheliegende Fragen, bei Muskel.

Zur vergleichenden Anatomie. — Man hat neuerdings die Contractilität des Protoplasma an niederen Thieren und an Pflanzen untersucht. Bei der Besprechung der Flimmerbewegung wurden betreffende Beobachtungen schon erwähnt.

Die Untersuchungen KÜHNE's zeigen, dass die Amöben sich gegen die gleichen physiologischen Eingriffe, denen wir die Flimmerzellen aussetzten, sich ebenso wie diese verhalten. Sie haben keine Membran. Unter der Einwirkung von Schwankungen der Electricität nehmen sie Kugelgestalt an; sie verfallen in Tetanus; dasselbe ist durch Wärme der Fall, auch im Tode nehmen sie die kugelige Gestalt an. Auch Rhizopoden (Actinophrys Eichhornii), bei denen die Rindensubstanz aus einem »leichtflüssigen« Protoplasma besteht, zeigen das allgemeine Verhalten des Protoplasma gegen äussere Einflüsse. Sehr schwache Inductionsströme z. B. verursachen eine Einziehung der Pseudopodien durch allgemeine Contraction, Tetanus. Nach KÜHNE zeigen die Myxomyceten zweierlei Protoplasmabewegungen. Jeder Myxomycetenast zeigt ein rasches Fliessen der in der Axe enthaltenen körnchenreichen Flüssigkeit und eine Formveränderung des ganzen Fadens. Besonders wichtig sind seine Untersuchungen über die Bewegungserscheinungen in den Staubfadenhaaren der Tradescantia virginica; die Protoplasmaströmungen zeigen sich abhängig von der Contractilität des Protoplasma, das sich gegen chemische Einflüsse, Electricität und Wärme ganz dem animalen Protoplasma entsprechend verhält; das Strömen des Protoplasma hört sofort auf, wenn der Luftzutritt verhindert wird, sei es durch eine Oelschicht oder Wasserstoffatmosphäre; Kohlensäure bewirkt zunächst vorübergehenden, dann definitiven Stillstand der Bewegung, die überhaupt ohne Sauerstoff nicht bestehen oder eintreten kann; Sauerstoff ist unbedingt zur Erhaltung der Erregbarkeit erforderlich.

Molekularstructur organisirter Gebilde.

In dem ersten Capitel haben wir uns ein Bild von dem Bau der organisirten Gebilde zu verschaffen gesucht, so weit er sich direct der mikroskopischen Beobachtung darbietet. Die molekulären Vorgänge in den Organismen zeigen uns, dass wir an denselben noch eine weit feinere Structur annehmen müssen, als sie uns das Mikroskop sichtbar machen kann.

Ueber den molekulären Bau organischer Theile von Thieren und Pflanzen sind von Brücke, Nägeli, Sachs u. A. Untersuchungen angestellt worden.

Das Protoplasma, Zellmembranen, Kerne und alle Zwischenzellenmassen, alle organisirten Gebilde, bestehen in ihrem natürlichen lebensfrischen Zustande in jedem Punkte, den wir mikroskopisch noch wahrnehmen können, aus einem Gemenge flüssiger und fester Substanzen. Nach Brücke und Nägeli haben wir uns ihren Molekularbau so vorstellen, dass feste Massentheilchen, umgeben von einer von denselben angezogenen »Wasserhülle«, die organisirten Theile bilden. Die Massentheilchen mit ihren Wasserhüllen ziehen einander an, es bleiben aber zwischen ihnen »Molekularinterstitien«, molekulare Räume, welche durch Wasser erfüllt werden. Diese festen Massentheilchen haben wir uns nach dem Sprachgebrauch der Physik so klein zu denken, dass wir sie mit den stärksten Vergrösserungen uns nicht sichtbar machen können. Schon die einfachsten und kleinsten dieser Moleküle sind sehr complicirte chemische Gebilde, z. B. ein Eiweissmolekül, ein Molekül leimgebender Substanz oder Fett oder Zucker setzen sich aus den verschiedenen chemischen Bestandtheilen zusammen, in die wir sie zerlegen können. Diese Einzelmoleküle der chemischen Substanzen, welche durch die rationelle chemische Formel der Verbindung repräsentirt werden, treten zur Bildung grösserer fester Massentheilchen oder zusammengesetzter Moleküle in sehr verschiedener Anzahl zusammen, so dass unbeschadet der Unmöglichkeit, die Moleküle wegen ihrer Kleinheit sichtbar zu machen, diese relativ doch sehr bedeutende Grössenunterschiede zeigen können. Nach den Anschauungen Nägeli's sind die zusammengesetzten Moleküle, aus denen die organisirten Substanzen bestehen, krystallinisch und, wenigstens stets bei den Pflanzengeweben, doppeltbrechend und liegen lose, aber in bestimmter regelmässiger Anordnung neben einander. Im befeuchteten Zustande ist in Folge überwiegender Anziehung, wie gesagt, jedes mit einer Hülle von Wasser umgeben, im trockenen Zustande berühren sie sich gegenseitig. Aus dieser Anordnung der Moleküle ergibt sich, dass im Innern eines organisirten Gebildes dreierlei Arten von Kohäsionskräften thätig sind. Einmal werden die Einzelmoleküle (Nägeli's Atome) zu zusammengesetzten, für Wasser undurchdringlichen Molekülen vereinigt durch die gleiche Wirkung der Kohäsionskraft, welche sie in der anorganischen Natur zu Krystallen zusammentreten lässt. Es ziehen sich aber auch die mit Wasserhüllen umgebenen zusammengesetzten Moleküle unter einander selbst an und suchen sich einander möglichst zu nähern. Schliesslich wirkt auch noch die Anziehung der Oberfläche (oder Masse) des zusammengesetzten Moleküls auf das imbibirte Wasser und dieses bildet dadurch seine Wasserhülle um sich, wodurch dem Anziehungsbestreben der Nachbarmoleküle entgegengewirkt wird. Dass die Form der organischen festen Massentheilchen nicht kugelig oder ellipsoidisch sein kann, sondern polyedrisch sein muss, geht

schon daraus hervor, dass das in die organischen Gebilde imbibirte Wasser sich nicht nach allen Richtungen gleichmässig einlagert. Indem mehr Wasser in die organisirten Theile eindringt, oder indem denselben ein Theil ihres Wassergehaltes durch Austrocknung entzogen wird, sehen wir sie nicht nur Volumveränderungen, sondern auch Formveränderungen eingehen. Bei der Quellung die im Allgemeinen Volumszunahme bewirkt, sehen wir einzelne Dimensionen verkürzt, andere dem entsprechend vergrössert werden. Es zeigt das, dass die Molekularkräfte im Innern der organischen Bildungen nach verschiedenen Richtungen hin verschiedene Intensität haben, was sich nur bei einer polyedrischen Form der zusammengesetzten Moleküle erklären lässt (Nägeli). Die Erscheinungen, welche die organischen Theile (der Pflanzen) im polarisirten Lichte zeigen lassen sich (nach Nägeli, Schwendener, Sachs) nur erklären, wenn wir den Molekülen eine krystallinische Gestalt und Structur zuerkennen. Diese zusammengesetzten organischen Moleküle sind optisch zweiachsig.

An jedem einzelnen Punkte des organisirten Gebildes scheinen sehr verschieden zusammengesetzte Moleküle, getrennt von ihren Wasserhüllen, neben einander zu liegen, durch die Kohäsionskräfte der chemischen und physikalischen Anziehung einander genähert. Wir haben es bei diesen Verhältnissen mit einem labilen Gleichgewichte zu thun, das beständige Molekularbewegung voraussetzt zum Ausgleich der beständig eintretenden Störungen. Indem die Moleküle sich chemisch oder physikalisch verändern, werden sich die Anziehungen der einzelnen gegen einander und gegen ihre Wasserhüllen wesentlich modificiren müssen. Mit der Vergrösserung der zusammengesetzten Moleküle wird die Kraft, mit der sie auf das sie umgebende Wasser wirken, eine geringere, mögen wir in der Berechnung von der Masse des Moleküls oder von seiner Oberfläche die auf die Wasserhülle ausgeübten Anziehungskräfte uns ausgehend denken (Nägeli, Sachs). Dadurch kommen die festen Moleküle näher an einander zu liegen, die Kräfte, welche sie gegenseitig auf einander ausüben, werden in ihrer Wirkung verstärkt; die Dichtigkeit der Substanz nimmt zu, der Wassergehalt entsprechend ab. »Zersplittern« die festen Moleküle durch mechanische oder chemische Einflüsse zu kleineren Massentheilchen, so nimmt umgekehrt die Wassermenge, die um jedes Theilmolekül sich lagert, zu im Verhältniss zu der Menge, welche das grössere Massentheilchen um sich binden konnte, die Wirkung der kleineren, weiter von einander getrennten festen Massen aufeinander wird eine geringere, die Kohäsion und Dichtigkeit des Körpers nimmt ab. Die grössere oder geringere Dehnbarkeit sonst gleicher organischer Gebilde steht im directen Verhältniss zu ihrem Wassergehalt. Der Wassergehalt ist uns so direct ein Maass für die Grösse der festen Moleküle des betreffenden organischen Körpers (Nägeli). Noch reichlicher müssen die chemischen Veränderungen zur beständigen Molekularbewegung beitragen. Die Nothwendigkeit der beständigen Sauerstoffaufnahme für das organische Leben, wodurch fortlaufende Stoffumbildungen eintreten, müssen nicht nur die Anziehung verschiedener Moleküle auf ihre Wasserhüllen, sondern auch die Wirkungen der Moleküle auf einander wesentlich verändern, so dass nur durch ebenso beständige Ausgleichung der Wirkungen der Molekularkräfte das labile Gleichgewicht aufrecht erhalten werden kann. Das Leben der Organismen ist geknüpft an diese fortwährende Molekulararbeit, zu welcher die Kräfte aus dem Stoffwechsel geliefert werden

ie äusserliche Ruhe, die wir an den lebenden organisirten Bildungen wahrehmen, entspringt nur einer ununterbrochenen molekularen Veränderung, ie das beständig gestörte innere Gleichgewicht beständig wieder herstellt.

Der beschriebene Molekularbau gibt uns Aufschluss darüber, wie fortwähnd an jedem Punkt des Inneren gelöste und absorbirte Stoffe von aussen einnten und nach aussen abgegeben werden können. Wachsthum und Erährung beruhen im Grunde auf ganz analogen Vorgängen. In die Molekularterstitien dringen Lösungen fester Stoffe und Gase aus den die organischen Gebilde, z. B. die Zellmembran umgebenden Flüssigkeiten ein nach den (unten u besprechenden modificirten) Gesetzen der Endosmose für lebende organische Theile. Die in der Lösung enthaltenen kleinen Moleküle lagern sich entweder n schon vorhandene zusammengesetzte an, ihre Wasserhüllen durchbrechend, o dass diese durch Apposition ihren durch den Stoffwechsel gesetzten Verlust ntweder ausgleichen oder übercompensiren können. Die einströmenden Molekle können sich in den mit Wasser erfüllten Molekularzwischenräumen auch u neuen zusammengesetzten Molekülen vereinigen, die eine gemeinschaftliche Wasserhülle um sich bilden und sich wie die schon früher eingelagerten durch pposition vergrössern. Durch diese Einlagerung von neuen Molekülen werden dere Moleküle aus ihren alten Verbindungen gedrängt, sie weichen aus einder, es findet Umfangszunahme des organisirten Gebildes statt, es wächst in Dicke und Länge. Indem Lösungen und Gase in das Innere der Gewebsbendtheile eindringen oder dort sich durch chemische Umsetzung (Stoffwechsel) den, werden sie das Molekulargleichgewicht stören, sie werden Einflüsse h verschiedenen Seiten entfalten und erfahren. Die Ernährungsflüsgkeiten nehmen, so lange sie sich zwischen den Molekülen ines organisirten Gebildes befinden, direct Theil an der rzeugung der Kräfte: — Molekularbewegung, Wärme, Elecricität, die mit dem Leben untrennbar verknüpft sind —, sie ind integrirende Bestandtheile des lebenden Gewebes, in elches sie eingetreten sind.

Die Ursachen der Flüssigkeitsströmungen durch organisirte Theile, z. B. llmembranen, Protoplasmabildungen, beruhen im Allgemeinen auf den anornischen Gesetzen der Diffusion (Endosmose und Gasdiffusion), werden aber ihrer Anwendung auf lebende Organtheile durch den beschriebenen Molelarbau und die Kräfteeinwirkungen, welche auf die durchpassirenden Lösunn von Seite der in ihrer Lebensbewegung befindlichen Moleküle stattfinden, esentlich verändert. Nach dem Absterben treten Gleichgewichtszustände ischen den Gewebsmolekülen in grösserem Maasse als im Leben ein, die dten Gewebe verhalten sich dann mehr oder weniger anorganihen Bildungen analog.

Die Kräfte, um welche es sich bei der Kohäsion der Moleküle in organischen Theilen ndelt, sind sehr bedeutende, wie denn, wie wir sahen, überhaupt die Molekularkräfte ch durch starke Wirkungen auszeichnen. Das Wasser wird mit grosser Kraft bei der Imbition angezogen. Nach Jamin kann man die Imbibitionskraft der Stärke und des olzes zu 5 — 6 Atmosphären Druck anschlagen. Bei der Imbibition findet eine bei trockenen ganischen Substanzen, z. B. Stärke, leicht nachweisbare Wärmeerzeugung statt, die 2—3° C.

betragen kann. Das eintretende Wasser scheint sich also zu verdichten. Zu demselb Schluss kommt QUINCKE für die Imbibition thierischer Theile.

Die Untersuchungen von NÄGELI, SACHS, SCHWENDENER beziehen sich zunächst auf Pflanze gewebe; sie lassen sich aber ziemlich vollkommen auf den animalen Gewebsbau übertrage BRÜCKE's Entdeckungen über den optischen Bau des Muskels zeigen, dass die Eigenthümlic keiten des Molekularbaues sich auch in grösseren, sichtbaren Dimensionen wiederhol können. BRÜCKE's doppeltbrechende krystallähnlich gestaltete Fleischtheilchen, die er si aus kleinsten Disdiaklasten zusammengesetzt denkt, sind in eine einfach brechen Zwischensubstanz eingelagert in analoger Weise, wie wir uns den molekularen Bau der G webe im Kleinsten zu denken haben.

Der Wassergehalt der Gewebe hat die Aufgabe der Vermittelung der gesammt Lebensvorgänge. Der Molekularbau der lebenden organisirten Bildungen, die Molekularbew gungen, die Einwirkung der Moleküle auf einander in chemischer und physikalischer Wei der Stoffaustausch für Stoffwechsel, Ernährung, Wachsthum sind durch den Wassergeh allein ermöglicht. Dasselbe gilt von der Entstehung und Verbreitung electrischer Ströme, trockene organische Stoffe die Electricität nicht leiten. Die chemischen Vorgänge und daraus resultirenden lebendigen Kräfte müssen dadurch sehr wesentlich beeinflusst werd dass zur Vereinigung von Stoffmolekülen zuerst die Wasserhülle der Moleküle durchbroch die anziehenden Kräfte der Moleküle gegen ihre Wasserhüllen paralysirt werden müssen.

Hydrodiffusion, Lösung, Endosmose.

In grösseren Gewebspartien [1]) haben wir neben den mit Flüssigkeiten erfüllten Molekul interstitien noch gröbere, ebenfalls mit Flüssigkeiten angefüllte Gewebslücken, diese bil feine oder weitere Canäle, welche die Gewebe und Häute durchziehen. Befinden sich beiden Seiten einer Membran wässerige Flüssigkeiten, so dass die Haut als Scheidewa dient, wie z. B. die Zellmembranen zweier an einander liegender, mit Flüssigkeit gefüll Zellen, so ist demnach die auf diese Weise hergestellte Trennung der Flüssigkeiten kei absolute. Sie stehen durch die ebenfalls mit wässeriger Flüssigkeit gefüllten molekular und gröberen Canäle der Haut mit einander in directer Verbindung, so dass wir in diesem Falle, wenn wir vor allem von der chemischen Einwirkung absehen, welche die durch org nisirte Theile passirenden Lösungen erfahren, im Wesentlichen dieselben physikalische Vorgänge der Mischung der Flüssigkeiten werden erwarten müssen, wie sie eintreten, wen wir zwei wässerige Flüssigkeiten ohne Scheidewand mit einander in Berührung bringen.

Hydrodiffusion. — Zwei oder mehrere sich mischende, aber nicht chemisch zersetzen Lösungen, welche mit einander in directe Berührung gebracht werden, tauschen ihre B standtheile bekanntlich so lange mit einander aus, bis die dadurch entstandene Mischung überall vollkommen gleichartig ist. Die sich mischenden Flüssigkeiten durchdringen si also gegenseitig vollkommen aus physikalischen Ursachen, welche in ihnen selbst geleg sein müssen, da diese gegenseitige Durchdringung auch, wenn auch sehr langsam (HOPPE-SEYLER), stattfindet, wenn gar keine äusseren, sie unterstützenden Momente, wie Erschütt rungen z. B., hinzukommen. Diese Mischung geht dem Gesetze der Schwere sogar entgeg vor sich. Von zwei specifisch verschieden schweren Flüssigkeiten, von denen die schwere auf den Boden eines Glascylinders gebracht, die leichtere vorsichtig, ohne eine mechanisch Mischung zu erzeugen, auf die erstere geschichtet wurde, durchdringt endlich die eine d andere ebenso, als wenn der Versuch umgekehrt stattfindet. Die schwerere Flüssigkeit stei in die leichtere auf, die leichtere sinkt in die schwerere herab, und es entsteht endlich tro des Hindernisses durch die Wirkung der Schwere eine vollkommen gleichartige Mischung Als die physikalische Ursache dieser Mischung der tropfbaren Flüssigkeiten, die nach E. I

---

1) Das Genauere über die ausserhalb des Organismus stattfindenden Vorgän dieser Art findet sich z. B. bei A. FICK, Medicinische Physik S. 24 ff., zusammengestellt.

-Reymond den Namen Hydrodiffusion trägt, muss eine gegenseitige physikalische Anziehung Moleküle der gelösten oder flüssigen Körper angenommen werden. Die Colloidsub- azen (Graham), z. B. Eiweisstoffe, zeigen die Bewegungen der Hydrodiffusion nur in sehr ingem Grade, sie bilden wie es scheint keine wahren Lösungen. Bei Vermeidung aller chütterungen fand Hoppe-Seyler aber den Diffusionsvorgang zwischen mischbaren Flüssig- ken (Lösungen) überhaupt ausserordentlich langsam, die vollkommene Ausgleichung ledig- h durch Diffusion würde für Flüssigkeitsschichten von 1 — 2 Decimeter Höhe Jahre erfor- rn. Die Diffusionsgeschwindigkeit wächst mit der Grösse der Berührungsfläche beider issigkeiten, ebenso mit steigender Temperatur, sie ist um so grösser, je grösser der Con- ntrationsunterschied zwischen den gegen einander diffundirenden Schichten ist, je grösser r absolute Gehalt derselben an diffundirbarer Substanz. Zu diesen allgemeinen Einflüssen mmt nun aber noch ein specifischer, von der chemischen Natur der gegeneinander diffun- irenden Flüssigkeiten resp. Lösungen abhängiger. Graham fand, dass bei gleichen Bedingun- n Kalisalze stets rascher diffundiren als Natronsalze, dabei stellte sich weiter raus, dass die Kalium- und Natriumsalze einbasiger Säuren stets rascher diffundiren als e zweibasiger Säuren und zwar stehen die Zeiten, welche zur Diffusion gleicher Mengen nbasiger und zweibasiger Salze des gleichen Metalls erforderlich sind, im Verhältniss der adratwurzeln einfacher Zahlen; das analoge Verhältniss ergibt sich bei Vergleichung der r Diffusion nothwendigen Zeiten für gleiche Mengen Kalium- und Natriumverbindungen. Die Diffusion ist ein Mittel zur Trennung chemischer Mischungen und sogar chemischer Ver- bindungen. Die Diffusionsgeschwindigkeit, die Zeit, in welcher die Mischung der verschie- denen gelösten Stoffe vor sich geht, ist eine sehr verschiedene. Nach Maly spalten sich da- bei gewisse saure Salze in neutrale Salze und freie Säure (cf. Magensaft), ebenso trennt sich Alaun in schwefelsaure Thonerde und Kaliumsulfat.

Lösung. — Zur Ueberführung fester Stoffe in den flüssigen und gasförmigen Zustand ist Wärme erforderlich. Die zur Lösung erforderliche Wärmemenge wird der Umgebung, zum grössten Theil dem Lösungsmittel selbst entzogen, worauf die Wirkungen der Kältemi- schungen beruhen. Die Menge der bei der Lösung eines festen Stoffes in einer Flüssigkeit latent werdenden Wärme muss wenigstens die gleiche, meist aber grösser sein als die, welche beim Schmelzen desselben Stoffes erforderlich ist. Das Experiment lehrt, dass bei der Lösung der Verbrauch an Wärme, die übrigen Faktoren gleich gesetzt, steigt mit dem Grade der Verdünnung der Lösung. Es gehört ein gewisser, correspondirender Aufwand von leben- diger Kraft dazu, die Moleküle weiter und weiter von einander zu entfernen. Die Fähigkeit, sich in Flüssigkeiten, besonders in Wasser zu lösen, ist für verschiedene Stoffe eine sehr ver- schiedene. Sie geht von dem Gewichte 0 bis zu sehr bedeutenden Werthen. Manche Stoffe lösen sich nur in heissen Flüssigkeiten, bei den meisten Stoffen steigt die sich lösende Menge für eine gegebene Flüssigkeitsmenge direct, bei anderen nach anderen Verhältnissen mit der Erhöhung der Temperatur. Einige sind sogar in höheren Temperaturen weniger löslich als in niederen (Eiweiss etc.). Durch die Gegenwart verschiedener Stoffe in der Lösungsflüssigkeit wird unter Umständen das sonst für reine Flüssigkeiten konstante Gewichtsverhältniss, in welchem sich ein Stoff zu lösen vermag, verändert, erniedrigt oder erhöht. Das Wasser ver- bindet sich durch Kohäsion mit den Molekülen des gelösten Stoffes, wie das schon aus den bisherigen Darstellungen des molekularen Gewebsbaues sich ergibt. Dadurch verändern die Flüssigkeiten, welche Stoffe in Lösung enthalten, ihren Gefrier- und Siedepunkt. Das Wasser in Lösungen gefriert bei einer niederen und siedet bei einer höheren Temperatur als das reine Wasser. Durch die Veränderung des Aggregatzustandes der Lösungsflüssigkeit werden die Moleküle des festen Stoffes und der Lösung getrennt; beim Gefrieren scheidet sich der gelöste Stoff analog ab, wie er bei der Verdunstung zurückbleibt, es ist verständlich, dass die Veränderung des Aggregatzustandes plus der Trennung der Moleküle eine andere Summe von Kräften erforderlich ist, als zur Veränderung des Aggregatzustandes allein.

Der Vorgang der Lösung fester Stoffe in Flüssigkeiten findet in der Zelle und im ge- sammten thierischen Organismus die mannigfaltigste Anwendung. Die meisten Stoffe, welche

wir als Nahrungsmittel kennen gelernt haben, sind an sich fest und müssen, um zı bestandtheilen werden zu können, erst gelöst werden. Der Verbrauch der Organstoi ist wieder mit einer Verflüssigung verbunden; die verbrauchten Stoffe werden zum Theil in wässeriger Lösung ausgeschieden: im Harn, im Schweiss.

In dem thierischen Organismus findet Mischung von Lösungen verschieden durch Diffusion, ohne unterstützende Bewegungen, Erschütterungen und ohne durch eine Scheidewand von einander getrennt wären, wohl niemals statt, auch inhalte selbst sehen wir die oben z. B. S. 117 erwähnten Protoplasmaström mechanisch mitwirken. In grösseren Flüssigkeitsmengen, wie im Blute, in der Lym Harne wird die Mischung wesentlich durch mechanische Beihülfe unterstützt, du schütterungen, wie sie z. B. bei der Blutbewegung eintreten.

Osmose. — Man bezeichnet den Vorgang der Diffusion zweier Flüssigkeiten in e welche durch eine für beide durchgängige, gegen beide chemisch indifferente leblo: bran geschieden sind, als Osmose. Das Endresultat der Osmose ist, wie schon obe deutet, ganz das gleiche wie das der Diffusion zwischen zwei unmittelbar sich berü Lösungen. Die beiden durch eine Scheidewand getrennten Flüssigkeiten gleichen ihr schiede ebenso vollkommen wie jene unter einander aus, ihre Mischung wird endl gleichmässige. Es finden Strömungen durch die Scheidewand hindurch von der ein zur anderen statt. Hierbei zeigt sich das bemerkenswerthe Verhalten, dass die Flüs: mengen, welche von einer Seite zur anderen durch die Diffusionsströme geschafft meist nicht vollkommen gleich sind; der Diffusionsstrom in der einen Richtung ül gewöhnlich den in der anderen. Bei wissenschaftlich messenden Versuchen über bedient man sich nach dem Vorgange von Jolly, um ein Maass für den ungleichen W verschieden gerichteten Ströme zu erlangen, der Verhältnisszahl zwischen den Gewic in gleicher Zeit und unter sonst gleichen äusseren Bedingungen nach der einen und deren Seite übergegangenen Flüssigkeitsbestandtheile und nennt diese Verhältniss: osmotische Aequivalent. Dasselbe ist verschieden für verschiedene Stoffe. ? Lösung von kohlensaurem Natron geht z. B. eine weit grössere Wassermenge übe einer gleich concentrirten Lösung von Kochsalz. Die die Scheidewand: Diaphra entgegengesetzter Richtung durchwandernden Ströme stehen dabei in keinem direct hältniss zu einander. Man könnte, wie mir scheint, mit Vortheil das osmotische Aeq auch als osmotischen Diffusionswiderstand bezeichnen.

Harzer gewann folgende Werthe für die osmotischen Aequivalente einiger w Stoffe:

	osmotisches Aequivalent
kohlensaures Natron	32,788
phosphorsaures Natron	27,915
kohlensaures Kali	19,531
schwefelsaures Natron	8,866
Chlorcalcium	5,889
Chlorkalium	3,891
Chlornatrium	3,710
Harnstoff	1,551
Weinsäure	2,915

Nach Untersuchungen von Ludwig und Cloëtta ist das osmotische Aequivalent dem Concentrationsgrade der diffundirenden Lösung wechselnd. Auch die Temper einen bedeutenden Einfluss, ebenso die Membran, welche als Scheidewand diente. Di des Diffusionsstromes schwankt auch dann, wenn anstatt Wasser eine Salzlösung er gesetzt ist; dagegen stören sich die Diffusionsströme zweier gegenseitig indifferenter S Kochsalz und schwefelsaures Natron nicht, wenn sie in einer und derselben Flüssigke sind, und also gleichzeitig nach derselben Richtung die Scheidewand durchsetzen. von beiden Salzen die gleiche Menge in das Wasser über — und dafür Wasser herü

s wenn sie einzeln diffundirt hätten. Nach GRAHAM's Beobachtungen gehen gewisse Substanzen, die sich meist durch Mangel der Krystallisirbarkeit und Grösse der Moleküle auszeichnen wie Eiweiss, Gummi, aber auch das krystallisirbare Hämoglobin nicht osmotisch durch Membranen hindurch. GRAHAM nennt diese Substanzen Kolloidsubstanzen im Gegensatz zu den osmotisch wandernden Krystalloidsubstanzen. Er gründete darauf eine Trennungsmethode: Dialyse.

Für eine Erklärung des verschiedenen osmotischen Aequivalentes wird meist die Annahme gemacht, dass die Scheidewand den verschiedenen durchtretenden Lösungen verschiedene Widerstände entgegensetzt. Je grösser der Widerstand ist, welchen eine Salzlösung von der Scheidewand erfährt, desto geringer wird in der Zeiteinheit, z. B. einer Stunde, die Menge sein müssen, die durch die Scheidewand hindurch getreten ist. Ist dieser Widerstand für einen Stoff unendlich gross, z. B. für Kolloidsubstanzen, so findet gar kein Eindringen desselben in die Scheidewand statt. Die Grundbedingung der Diffusion ist also die, dass die Scheidewand gleichzeitig den verschiedenen zur Diffusion dargebotenen Lösungen den Durchtritt gestattet, d. h. dass sie sich mit ihnen gleichzeitig imbibirt. Als Grund der freien Diffusion kann die Anziehung der Lösungsflüssigkeit gegen die Moleküle des gelösten Körpers angesehen werden. Ebenso kann man mit M. TRAUBE annehmen, dass der Durchtritt eines Stoffes durch eine poröse Scheidewand durch Osmose dann erfolgt, wenn jenseits der Scheidewand sich eine Flüssigkeit befindet, in der sich der betreffende Stoff löst, die sonach eine Anziehungskraft auf ihn ausübt. Je grösser diese Anziehung, je grösser die Poren der Scheidewand und je kleiner die Moleküle des gelösten Körpers, desto schneller erfolgt die Osmose, desto grösser erscheint das osmotische Aequivalent (M. TRAUBE), desto geringer der osmotische Diffusionswiderstand. Doch umfasst dieses Gesetz nicht alle verschiedenen Möglichkeiten.

Sicher existiren auch Verschiedenheiten in der Anziehung, welche verschiedene Flüssigkeiten von den Bestandtheilen der Scheidewand erfahren. Für Wasser ist diese Anziehung von organischen Stoffen aus sehr deutlich. Alle trockenen thierischen Stoffe z. B. ziehen begierig aus der Atmosphäre dunstförmiges Wasser an und verdichten es in sich, alle sind stark hygroskopisch. Das imbibirte Wasser scheint analog dem Wasser in Lösungen erst bei einem höheren Wärmegrade zu sieden als im freien Zustande. Auch die experimentelle Beobachtung (LUDWIG), dass der Procentgehalt der imbibirten Salzlösungen innerhalb der Poren imbibirter Stoffe dem oben (S. 124) dargelegten Molekularbau entsprechend ein verschiedener sei, spricht für eine Anziehung der thierischen Stoffe gegen Wasser. In der Nähe der Moleküle der imbibirenden Stoffe ist der Gehalt der wässerigen Lösung an Salz ein geringerer als in weiterer Entfernung in der Mitte der Poren, die Moleküle selbst sind mit einer Hülle reinen Wassers umgeben. Bei weiten Poren ist in der Mitte eine Schicht anzunehmen, in welcher sich die Flüssigkeiten durch Diffusion mischen. Offenbar wird durch die Anziehung der thierischen Stoffe zu dem eingedrungenen Wasser die Fähigkeit desselben, Salze zu lösen, beeinträchtigt. Für andere Stoffe hat LIEBIG, indem er humöse Substanzen als Scheidewand verwendete, nachgewiesen, dass sie von der Wand zurückgehalten werden können. Humöse Scheidewände (z. B. Ackererde) halten die zur Pflanzennahrung nöthigen Substanzen, z. B. Kalisalze, zurück, während sie dafür unnöthige, z. B. Natronsalze, passiren lassen. Es existirt also hier eine Anziehung gegen gewisse Stoffe in grösserem oder geringerem Grade, welche uns an die Vertheilung der Kali- und Natronsalze z. B. im Blut erinnert (S. 91, 133).

Die Anziehung der todten thierischen Theile für verschiedene gelöste Stoffe ist ebenfalls eine verschiedene. Legen wir einen quellungsfähigen thierischen Stoff in eine Flüssigkeit, so nimmt er davon keine beliebige, sondern eine bestimmte Menge auf; lassen wir ihn noch länger in der Flüssigkeit liegen, so findet keine weitere Aufnahme statt. Diese aufnehmbare Menge der Flüssigkeit nennt man Quellungsmaximum. Es ist verschieden für die einzelnen Thierstoffe nach der Natur der Flüssigkeit. Ein thierischer Stoff nimmt von Oel,

Alkohol, Wasser, Salzlösungen von verschiedener Concentration etc. je ein verschieden Maximum auf.

Bei den Vorgängen der Osmose spielen sonach sehr verschiedene Momente mit; nur zu Theil und bei relativ weiten Poren des Diaphragmas macht sich der reine Strom der Diffusi in höherem Maasse geltend, stets ist er modificirt in der Wandschicht der Poren durch d Vorgänge der Imbibition und Quellung, welche, wie wir uns denken könnten, bei sehr eng Poren der Scheidewand allein zur Wirkung zu kommen vermögen. Fassen wir schliessli das Gesagte zusammen, so finden wir die Geschwindigkeit der Diffusionsströme abhäng 1) von der Qualität der osmotisch verkehrenden Flüssigkeiten resp. Lösungen; 2) von den be sonderen Eigenschaften des Diaphragmas, seiner Dicke, Porenweite, chemischen Beschaffen heit; 3) von der Temperatur.

Es leuchtet aus dem bisher Gesagten ein, eine wie ausserordentlich wichtige Rolle de Diffusionserscheinungen in dem thierischen Organismus anvertraut ist. Der überwiegen grösste Theil der thierischen Stoffe bleibt während der ganzen Dauer des Lebens in gequol lenem Zustande; alle die Häute und Membranen, die wir im Thierleibe antreffen, sind mi wässerigen Salzlösungen imbibirt und gestatten darum wässerigen Lösungen den Durchtritt, indem sie ebenso allen mit Wasser nicht mischbaren Flüssigkeiten das Eindringen in ihre Poren verwehren. Die Aufnahme der gelösten Nahrungsstoffe aus dem Darme in die allgemeine Säftemasse, die Ausscheidungen in den Drüsen aus dem Blute beruhen wenigstens zum Theil auf Diffusionsvorgängen. Die Erfahrungen über das verschiedene osmotische Aequivalent der Lösungen; die Beobachtung über das verschiedene Verhalten verschiedener Membranen gegen den Durchtritt von Flüssigkeiten; das verschiedene Imbibitionsvermögen thierischer Stoffe für verschiedene Lösungen etc. scheinen uns für die erste Orientirung Fingerzeige zu geben für die Möglichkeit des Zustandekommens der Drüsenausscheidungen aus dem Blute, wo wir bald diesen bald jenen gelösten Stoff austreten sehen, ohne eine andere Vorrichtung als die Verwendung verschiedener quellungsfähiger Membranen und Zellenstoffe. Das Vorkommen bestimmter organischer Salze in den einzelnen Zellen in denen wir hierin eine so bedeutende Verschiedenheit wahrnehmen, beruht sicher au Verschiedenheiten, welche die einzelnen thierischen Stoffe in der Aufnahme von Flüssigkeiten und Lösungen erkennen lassen.

Verhalten lebender Membranen und Gewebe (Protoplasma) gegen Flüssigkeiten. — Trotz der bedeutungsvollen Lichtblicke, welche uns die Beobachtungen über Diffusion in die Lebensvorgänge der thierischen Zelle, des thierischen Organismus gestatten, bleibt doch das Meiste auch nach dieser Richtung noch in Dunkel gehüllt. Die einfachen Verhältnisse welche bis jetzt bei Diffusionsversuchen betrachtet werden, entsprechen noch wenig den complexen Vorkommnissen im lebenden Organismus. Es wäre ganz falsch zu glauben, dass uns die für **todte Membranen und Gewebe** gefundenen Werthe für Endosmose und Imbibition **irgend etwas lehrten** für die Vorgänge im **lebenden Gewebe** Die eigentliche (anorganische) Imbibition, gegründet auf die allgemeinen Gesetze der Hydrodiffusion, tritt im lebenden Gewebe vielleicht niemals rein auf. Der Vorgang der Stoffaufnahme und -Abgabe ist primär ein aktiver, durch die Lebenseigenschaften de Gewebe wird die Flüssigkeitsbewegung wesentlich modificirt.

Es waren zuerst die Beobachtungen der Mikroskopiker, welche zeigten, dass eine gewöhnliche Imbibition wie in todte Gewebe in lebende nicht stattfindet. Gerlach fand, dass lebende animale Zellen und Gewebe von indifferenten Farbstofflösungen, in denen sie sic befinden, Nichts aufnehmen, dass letztere dagegen in todte Gewebe sogleich eindringen und sic dort fixiren. Mit Pflanzengeweben machten H. Mohl, Nägeli und Andere dieselben Beobachtungen, von denen der zweite diese Verhältnisse noch weiter auf ihre Erscheinungen untersuchte. Für animale Gewebe und Zellen ergeben die Beobachtungen (J. Ranke), dass sie sic in Flüssigkeiten, welche für das Zellenleben indifferent sind, nicht imbibiren. Indifferent i diesem Sinne sind vor allem die Lösungen der verschiedenen neutralen Natronsalze vo der Salz-Concentration der thierischen Gewebssäfte, also etwa von 0,5—1%. Für Froschg

e ist die Concentration 0,6 — 0,7%, wie es nach den angestellten Versuchen erscheint, ınschädlichsten. Neutrale Zuckerlösungen auch von mehreren Procenten erscheinen lie Gewebe (des Frosches) ebenfalls ziemlich indifferent, ebenso Harnstofflösungen Muskeln und peripherische Nerven, während sie die Erregbarkeit gewisser centraler Nerıubstanzpartien vernichten. Noch eine Reihe anderer Stoffe reiht sich hier an.

Bei der Betrachtung der chemischen Einflüsse auf die Protoplasmabewegungen fanden dass schwach saure oder schwach (stärker) alkalische Lösungen die Lebensenergie der ınisirten Gebilde herabsetzen, vernichten, sich gegen die letzteren nicht indifferent veren. In sauren und alkalischen Lösungen sehen wir die lebenden Gewebe sich aber mehr oder weniger rasch imbibiren in dem Verhältniss, als ihre Le)seigenschaften in diesen Lösungen geschwächt und vernichtet wer- ı. Sehr auffallend ist es, dass zu den differentesten Stoffen für die verschiedensten Ge- e: Muskelsubstanz, peripherische und centrale Nervensubstanz etc. sich Salze erweisen, in keinem Gewebe fehlen und einen wesentlichen Bestandtheil derselben ausmachen; die isalze der verschiedensten Säuren. Eine äusserst geringe Menge ı Kalisalzen in die Blutcirculation warmblütiger Thiere gebracht, tet dieselben wie ein Blitzschlag. Die oben genannten Gewebe sterben, die keln unter Zuckungen, in Kalisalzlösungen von derselben Concentration, welche bei Nasalzen sich als vollkommen indifferent und wirkungslos erweist. In allen Kalisalzlösungen n wir hierbei eine rasche Imbibition der Gewebe erfolgen.

An diese Beobachtungen reihen sich andere an, welche zeigen, dass die Imbibition h eintritt, wenn durch übermässige Thätigkeit (Tetanus bei Muskeln und vensubstanz) die Lebensenergie der Gewebe physiologisch aus inneren ınden herabgesetzt ist. Schon bei der Betrachtung der Einflüsse auf die Protomabewegungen haben wir erwähnt, dass die Thätigkeit, sowie das Absterben der Gewebe einer Säureanhäufung (Fleischmilchsäure, saure phosphorsaure Salze, Kohlensäure) en Zellen und Zellenderivaten einhergeht. Die Schwächung oder Vernichtung der Lebensrgie der Zellen und Gewebe durch Säuren, die von aussen einwirken, hat also ihr Anan in der Wirkung der bei Ermüdung und Absterben innerhalb der Zellen und diesen ivalenten Gewebselementen auftretenden Säuren. Bei der Einleitung der Imbibition durch ıüdung und Absterben haben wir es also zunächst mit einer Säurewirkung zu thun, uns schon aus den anderen Beobachtungen bekannt ist.

Um einige Beispiele anzuführen, so ist (J. Ranke)

	Quellungsmaximum: Chlornatriumlösung 1%	Chlorkaliumlösung 1%
lebende geruhte Muskeln	0	positiv, aber unbestimmbar, da der Muskel sehr rasch abstirbt.
lebende tetanisirte Muskeln	13	positiv: aber unbestimmbar aus demselben Grunde.
todte (geruhte u. tetanisirte) Muskeln	35%	136%.

Für die Nervensubstanz (Rückenmark von Fröschen) wurde gefunden (J. Ranke):

Lösung:	Mittlere Quellungszunahme in der ersten Stunde:	nach 24 Stunden:
1% Chlornatrium	0	(todt)
1% Natronsalpeter	3,4%	31%
1% saures phosphorsaures Natron	10,2%	35,6%
1% Chlorkalium	16,4%	94%
1% Kalisalpeter	18,1%	—
1% neutrales (schwach alkalisches) phosphorsaures Natron	28,5%	62,5%
Destillirtes Wasser	57,8%	183,8%.

Die Beobachtungen am Muskel sind denen an der Nervensubstanz ganz analog. Auch bei ihnen zeigt sich das destillirte Wasser als eines der heftigsten Gifte, das deren Erregbarkeit ungemein rasch vernichtet.

Am wichtigsten für die Beurtheilung ist die Differenz in der Quellung animaler Substanzen in neutralen Natron- und Kalisalzen gleicher Concentration. Kali und Natron können sich in der anorganischen Natur wechselsweise ersetzen, in der organischen Natur dagegen sind die Salze des einen vollkommen indifferent in einer Concentration, in welcher das andere als das heftigste Gift wirkt. Dem entsprechend sehen wir von Natronsalzlösungen noch Nichts aufgenommen, während von der gleich concentrirten Lösung des Kalisalzes eine sehr reichliche Menge eingetreten ist.

Gegründet auf die Imbibitionsversuche an lebhafter Muskel- und Nervensubstanz, sowie an den Drüsenzellen der Darmschleimhaut sprechen wir das

Imbibitionsgesetz lebender Gewebe (Zellen)

folgendermassen aus:

Die lebenden Gewebe (Zellen) nehmen durch Imbibition nur dann Stoffe in sich auf, **wenn ihre Lebensenergie geschwächt ist.** Es ist gleichgültig, ob diese Schwächung der Lebensenergie durch die zur Imbibition dargebotenen, von aussen eindringenden Stoffe selbst erzeugt wird (Aufnahme von alkalischen und sauren Flüssigkeiten, von Lösungen von Kalisalzen und destillirtem Wasser etc.) oder ob innere physiologische Zustände (saure Reaktion des Zellinhalts durch gesteigerte Thätigkeit des Protoplasma [Tetanus bei Muskeln und Nerven], oder durch beginnendes Absterben) die Lebensenergie alteriren (J. Ranke).

Man hat öfters den lebenden Zellen ein »Auswahlvermögen« zugeschrieben, so dass sie nur die für ihren Lebensprocess nöthigen Substanzen in sich eindringen lassen sollen. Unser Imbibitionsgesetz lehrt, dass die lebensfrische Zelle nur Stoffe in sich eintreten lässt, die primär ihre Lebensenergie herabsetzen, welche, wenn sie auch zum Theil für das Zellenleben unentbehrlich sind, ihre Aufnahme doch nur ihrer ersten, schwächenden Wirkung verdanken.

Die in ihrer Lebensenergie aus physiologischen Ursachen z. B. Tetanus herabgesetzten Gewebselemente imbibiren sich nach dem Gesagten auch in indifferenten Lösungen. Es etablirt sich zwischen der äusseren Flüssigkeit und dem Zellinhalt ein mehr oder weniger lebhafter Diffusionsverkehr. Dadurch treten Nährstoffe in die Zelle ein und die dem Zellenleben schädlichen Substanzen, die sich z. B. durch gesteigerte Thätigkeit in der Zelle anhäuften (Säuren, ermüdende Stoffe), aus diesen heraus; damit hebt sich die Lebensenergie der Gewebe wieder und nun sehen wir (bei Muskeln und Nerven constatirt, J. Ranke) nicht nur die Flüssigkeitsaufnahme sistirt, sondern wir sehen auch, besonders deutlich bei Muskeln, die überschüssig aufgenommene Flüssigkeit aktiv wieder ausgepresst werden.

In dem lebenden Organismus sind die von uns geforderten Bedingungen zur Flüssigkeitsaufnahme und -Abgabe von Seite der Zellen und Gewebe beständig gegeben. Stets sehen wir die Organe aus inneren Ursachen in der Intensität ihrer Lebensenergie auf- und abwärts schwanken. Organe, die durch stärkere Arbeitsleistung ermüdet sind, erhalten einen gesteigerten Ernährungsstrom gerade durch die chemischen Veränderungen des Protoplasma ihrer Zellgebilde, welcher die eingetretenen Störungen des Zellenlebens zunächst durch Entfernung der schädlichen Zersetzungsprodukte, dann durch Ersatz der verlorenen Bestandtheile und durch Neuzufuhr von Sauerstoff als Stoffwechselbedingung ausgleicht und oft übercompensirt. Sind einmal die Gewebsporen aus äusseren oder inneren Ursachen geöffnet, so dass überhaupt ein Eindringen von Flüssigkeiten stattfinden kann, dann erst treten die Vorgänge der Hydrodiffusion in ihrer anorganischen Gesetzmässigkeit ein. Unsere Beobachtungen werfen ein Licht auf den Werth und die Wirkung der alkalischen Reaktion der Gewebsflüssigkeiten, der sauren und alkalischen

eaktion der Verdauungsflüssigkeiten, des (geringen) Kaligehalts des Blut- und Lymphserums ir die Vorgänge der Stoffaufnahme und -Abgabe.

Bei den Zellen und Zellenderivaten, denen eine aktive Contractilität des Protoplasma zukommt, kann man sich schematisch den Porenverschluss ihrer Zellmembranen (und Aussenschichten), durch welche während des ungestörten Lebens das Eindringen indifferenter Flüssigkeiten gehindert wird, so vorstellen, dass man eine beständige (Tonus) oder rhythmische leichte Contraction des Protoplasma annimmt. Da dieses mit den Zellmembranen (und Zellaussenschichten) mehr oder weniger fest verbunden ist, so wird die innere Wand der elastischen Zellmembran (die inneren Partien der Zellaussenschichten) eine gewisse Zusammenziehung, eine Contraction erleiden. Nehmen wir nun Poren (und Molekularinterstitien) an, welche die Zellhüllen senkrecht röhrenförmig durchsetzen, so müssen diese durch den von innen auf die Wand ausgeübten Zug trichterförmig nach innen verengert oder verschlossen werden. Wird aus inneren Ursachen die Lebensenergie des Protoplasma gelähmt, so hört der Zug auf die Innenschichten der Zellhüllen mehr oder weniger auf, die Poren öffnen sich und Flüssigkeiten können in die Zelle eintreten. Wenn sich die Lebensenergie des Protoplasma wieder hebt, so wird der frühere Porenverschluss wieder erneuert, nachdem zuerst bei rückkehrender Contraction und noch offenen Poren die überschüssig aufgenommenen Flüssigkeiten durch den nun aktiv wieder gesteigerten Druck im Zelleninnern wieder ausgepresst wurden. Findet keine Rückkehr zum normalen Leben statt, wenn z. B. die aufgenommene Flüssigkeit das Protoplasma tödtet, so wird so lange Flüssigkeit in die Zelle eintreten können, als der dadurch in der Zelle steigende Druck noch die Zellhüllen (Zellmembran oder Aussenschicht) oder das Gesammtprotoplasma auszudehnen vermag, was je nach der, sowohl nach der verschiedenen Lebensenergie, wie nach den chemisch-physikalischen Einwirkungen der eingedrungenen Stoffe auf die organischen Gebilde sich verändernden, Elasticität derselben verschieden sein muss. Das Imbibitionsmaximum einer Zelle stellt sich dann für verschiedene gelöste Stoffe verschieden, je nachdem die Elasticität der Zellhüllen und des Protoplasma durch die verschiedenen Stoffe beeinträchtigt wird. So lassen sich die verschiedenen Imbibitionsmaxima für verschiedene Lösungen erklären.

Diese Erklärung bezieht sich zunächst auf die Stoffaufnahme todter oder sonst in ihrer Lebensenergie aus inneren Ursachen geschwächter Gewebe und Zellen. Sie lässt sich aber auch, wie wir sahen, ausdehnen auf die Imbibitionsverhältnisse durch Schwächung des Protoplasmalebens vermittelst Stoffen, die von aussen her eindringen, indem diese zunächst eine chemische Einwirkung auf die Zellhüllen und von da aus auf das Protoplasma ausüben, deren Erfolg dann der gleiche ist, als wäre die Schwächung primär aus inneren Gründen erfolgt.

Die Beobachtungen über Imbibition und Diffusion im lebenden Organismus geben uns Aufschlüsse darüber, warum wir besonders die anorganischen Stoffe in den Geweben und Gewebsflüssigkeiten so eigenthümlich vertheilt sehen. In den Gewebsflüssigkeiten: Blutserum, Lymphserum, in der Ausscheidungsflüssigkeit der Leber: Galle sehen wir fast ausschliesslich Natronsalze, dagegen in den Geweben und Zellen: Blutkörperchen, allen Organen finden wir vorwiegend Kalisalze. Wir wissen jetzt, dass der Grund dafür darin zu suchen ist, dass die Gewebe ein aktives »Aufnahmsbestreben« für Kalisalze besitzen und diese ebenso in sich zurückhalten, wie wir durch Liebig das für die Ackererde, Humus, erfahren haben. Natronsalze dagegen werden von den Geweben ebenso wenig wie von der Ackererde gebunden. Der geringe Kaligehalt in den Gewebsflüssigkeiten rührt theils von der Nahrung, theils von den zerfallenen Gewebspartien her.

Aehnlich wie gegen Kali sehen wir die Gewebe sich gegen Phosphorsäure verhalten. Von den Nerven wissen wir, dass sie in anderen sehr verdünnten Säuren verhältnissmässig lange ihre Lebenseigenschaften bewahren können, dagegen sterben sie unter rascher Aufnahme in verdünnten Phosphorsäurelösungen sehr bald ab. Es verhält sich also

die für das Leben der Nerven nicht weniger als das Kali wichtige Phosphorsäure in Beziehung auf Imbibition ebenso wie dieses (J. Ranke).

Zwischen den verschiedenen lebenden Zellen und Zellenderivaten herrscht ein nicht zu verkennender Unterschied in Beziehung auf die Raschheit, mit welcher gewisse Stoffe auf sie einwirken und in sie aufgenommen werden. Daraus erklärt sich das ganz eigenthümliche Verhalten, dass manche Stoffe für gewisse Gewebe indifferent, für andere dagegen schädlich erscheinen. So wirkt, wie schon oben angegeben, Harnstoff primär nur (erregend) auf die centralen Gehirnpartien, in denen das Reflexhemmungscentrum liegt. Kohlenoxyd ist gegen alle Gewebe indifferent, bewirkt aber den Tod des Organismus durch eine Verbindung mit dem Hämoglobin, wodurch dieses gehindert wird, Sauerstoff aufzunehmen. Näheres wird vor allem bei dem Nervenleben beigebracht werden müssen. Derartige Unterschiede geben uns einen Einblick in einen unermesslichen Reichthum von Wechselwirkungen der Erregbarkeit, Stoffaufnahme und -Abgabe, an dem sich besonders auch die anorganischen und krystallisirbaren organischen Stoffe im Körper betheiligen.

Filtration. Ausser den besprochenen Lebenseinwirkungen auf die Osmose und Hydrodiffusion verbinden sich mit denselben noch andere Vorgänge zum Theil von grosser Wichtigkeit. Zunächst sehen wir mit den Diffusionsvorgängen sich stets Filtration mischen. Die Filtration ist von der Diffusion, durch deren Vermittelung gelöste Stoffe durch Membranen hindurchtreten (Endosmose) zunächst dadurch unterschieden, dass die Filtration unter Wirkung eines hydrostatischen Druckes gelöste Stoffe durch Membranen, Scheidewände presst, während die Endosmose von äusserem Druck unabhängig ist. Die Ursachen dieses Druckes sind, ausser der Schwerewirkung, positive und negative Spannungen, die auf den flüssigen Inhalt von Zellen, Blut- und Lymphgefässen etc. meist durch die umschliessenden Membranen ausgeübt werden. Der Filtrationsprocess erfordert, dass der Druck auf der einen Seite geringer sei als auf der anderen, von welcher der Strom der filtrirenden Flüssigkeit ausgeht. Das kann dadurch erreicht werden, dass der Druck im Innern bestimmter Zellen und Zellenderivate durch übermässige Imbibition, z. B. nach Tetanus der Muskelfasern (cf. oben) steigt, wobei dann theils z. B. von den passiv übermässig gespannten Hüllschichten, theils aktiv von dem sich erholenden und in Folge davon wieder contrahirenden Protoplasma Flüssigkeiten ausgepresst — filtrirt — werden. Da die Weite der Gefässe der Ernährungsflüssigkeiten unter dem Einfluss des Nervensystems steht, so kann der Druck in ihnen und ihren Kapillaren abwechselnd ansteigen und abnehmen. Steigt der Druck z. B. in den Blutkapillaren, durch Erhöhung des allgemeinen Blutdrucks oder durch Erweiterung der zuführenden Gefässe durch Nerveneinfluss (Wärme), über den Druck in dem umgebenden Gewebe, so findet Filtration aus den Kapillaren in die Umgebung statt. Das Umgekehrte wird der Fall sein, wenn sich die Spannung in den Kapillaren vermindert unter den Werth der Gewebsspannung. Bei der Absonderung der Galle hat man darüber interessante Beobachtungen angestellt, die sehr leicht zu bestätigen sind. So lange der Abfluss der Galle in den Gallegefässen nicht gehindert, der Druck in denselben und ihren Kapillaren nur sehr gering ist, findet eine Ausscheidung von Galle (Filtration) aus dem Lebergewebe in die Gallekapillaren statt; staut sich dagegen die Galle in den Gallegefässen durch Behinderung des Abflusses an, so dass der Druck in ihnen bis zu einer gewissen Höhe, 20 cm Wasserhöhe (Haidenhain) bei Meerschweinchen, ansteigt, so tritt (filtrirt) die Galle in das Leberparenchym zurück. Der Druck kann auf der einen Seite auch dadurch relativ erhöht werden, dass er auf der anderen Seite absinkt (Saugdruck). Durch die Filtrations- und Diffusionsvorgänge setzen sich die Spannungen in den Gefässkapillaren und den Geweben mehr oder weniger vollkommen ins Gleichgewicht. Mit der steigenden Spannung in den Kapillaren steigt auch die Spannung (durch Flüssigkeitsaufnahme), Turgor, in den umgebenden Geweben. Wird nun der Druck in den Kapillaren vermindert unter den entgegengesetzten Einflüssen, die wir oben für die Erhöhung der Spannung namhaft machten (Verminderung des allgemeinen Blutdrucks, Reizung der vasomotorischen Nerven [Kälte]), so wird sich eine Druckausgleichung

n entgegengesetzten Sinne, vom Gewebe in die Kapillaren einstellen. In den Zotten des arms werden wir eigentliche Saugeinrichtungen kennen lernen, die wie ein aufgesetzter chröpfkopf durch lokale Aufhebung (Verminderung) des Luftdruckes Flüssigkeiten einsaugen. bnahme der Gewebsspannung aus inneren Ursachen wird die Filtration aus den Kapillaren benfalls begünstigen. Im Allgemeinen, abgesehen von den regulirenden Lebenseigenschaften der Membranen, können wir aussprechen, dass die Menge der filtrirenden Flüssigkeit steigt mit der Zunahme des Druckunterschiedes und umgekehrt.

Die Filtration hat darin eine sehr grosse Aehnlichkeit mit der Imbibition und Hydrodiffusion, dass auch hier zunächst nur Flüssigkeiten der Durchtritt gestattet wird, in welchen sich die betreffenden Membranen, durch die filtrirt werden soll, imbibiren. Bei lebenden Membranen tritt also hier wieder die ganze Mannigfaltigkeit der Lebenseinwirkungen auf die Imbibition in Wirkung, und das Filtrationsgesetz lebender Membranen ist im Wesentlichen das gleiche wie das oben aufgestellte Imbibitionsgesetz (J. Ranke).

Die abgestorbenen Membranen, z. B. Magen- oder Darmschleimhaut, filtriren indifferente Lösungen mit grosser Leichtigkeit. Als indifferente Flüssigkeiten sind für diese Organe zu nennen: Brunnenwasser, 1% Chlornatriumlösungen, neutrale Zuckerlösungen. Diese indifferenten Lösungen filtriren (von der Epithelseite) nicht durch lebende Membranen, sie filtriren nicht durch lebende Epithelien. Dagegen filtriren durch lebende Epithelien: destillirtes Wasser, schwach saure und schwach alkalische Flüssigkeiten, z. B. 1% saures schwefelsaures Natron, 1% einfach kohlensaures Natron, 1 pro mille Salzsäure. Starke Säuren, z. B. 1% Salzsäure, filtrirt weder durch lebende noch todte Schleimhäute. Mit Ausnahme der 1% Chlornatriumlösung dringen in die Epithelien der Magen- und Darmschleimhaut dieselben Stoffe zur Filtration ein, die wir auch mit rasch schwächender Einwirkung auf die Lebensenergie in Muskel und Nerv eindringen sehen. Wir sehen sonach auch bei diesen Epithelien eine vitale Resistenz gegen das Eindringen physiologisch indifferenter Stoffe. Durch die unverletzten, lebenden Epithelien passiren nur solche Flüssigkeiten, welche eine physiologisch verändernde Wirkung auf dieselben ausüben, welche die Lebensenergie ihres Protoplasma herabsetzen (J. Ranke und Halenke). So werden alle die Vorgänge der Aufnahme und Abgabe von Stoffen durch die Epithelien und Zellen, die man sich gern als rein physikalische Vorgänge dachte, im Organismus in physiologischer Weise modificirt.

Durch die Filtration können gewisse Stoffe wie durch Diffusion von einander getrennt werden. Bei geringerem Drucke filtriren nur wahre Lösungen, Lösungen von Krystalloidsubstanzen (Graham), während die unechten Lösungen gequollener Substanzen (Kolloidsubstanzen), wie Eiweiss, Stärke, Gummi, nicht hindurchtreten. Letztere thun das erst unter steigendem Druck, doch immer in kleinen Mengen. So kann Eiweiss bei sehr gesteigertem Druck (?) in den Nierenkapillaren im Harn erscheinen; der gewöhnliche Grund dieses pathologischen Vorgangs ist jedoch theilweiser Mangel des Harnkanälchen-Epithels, das die Filtration regulirt, und damit verbunden Eröffnung capillarer Lymphräume.

Zu diesen Complicationen der Diffusions- und Filtrationsvorgänge kommt noch nach dem Obigen der verschiedene Bau der thierischen Membranen hinzu, in Folge dessen der Durchtritt den Flüssigkeiten nur nach bestimmten Richtungen gestattet ist. Nach den Beobachtungen von Matteucci und Cima soll das endosmotische Aequivalent für dieselben Membranen wechseln, je nachdem man die eine oder die andere Seite dem Wasser oder der Salzlösung gegenüber setzt. Für die Filtration kann man bei lebender Magen- und Darmschleimhaut die Ungleichheit des Filtrationsvorganges leicht nachweisen, je nachdem man die Epithelseite oder die Aussenseite der filtrirenden Flüssigkeit darbietet (J. Ranke). H. Meckel hat an dem Schalenhäutchen der Eier, welches mikroskopische Poren besitzt, entdeckt, dass es nur nach einer Richtung den Flüssigkeiten den Durchtritt gestattet. Die Flüssigkeiten gehen leicht hindurch, wenn sie von der Schalen- zur Eiweissseite hin gepresst werden, gar nicht in umgekehrter Richtung. Es müssen Vorrichtungen vorhanden sein, wie die oben für

die Imbibition angedeuteten, welche ventilartig die Poren nach einer bestimmten Richtun abschliessen. Wie mannigfach mögen analoge Einrichtungen in anderen thierischen Mem branen sich finden. Vielleicht zeigt jede lebende Zellenmembran ein analoges Verhalten, s dass den austretenden Stoffen andere Widerstände als den eintretenden entgegenstehen. Das es sich bei diesen Ventilen wenigstens zum Theil um Elasticitätswirkungen in der von un angenommenen Art handelt, geht aus unseren Beobachtungen an den Schleimhäuten hervo

Im Allgemeinen sehen wir, dass Flüssigkeitsbewegungen von einer Zelle i die andere stattfinden aus Ursachen, die nicht der Willkür des Organismus unterwor fen sind. Dahin, wo sich eine Differenz in der Concentration einer Zel lenflüssigkeit an irgend einem Stoffe mit allen oder einer andere Zelle zeigt, wird durch Diffusion ein Säftestrom getrieben werden, de die entstandenen Ungleichartigkeiten in Bälde wieder auszugleiche vermag. So wird die Flüssigkeitsbewegung zu dem Hauptfaktor, welche die normale chemische Zellenkonstitution aufrecht erhält. Es kann i keiner Zelle sich abnormer Weise ein gelöster Stoff anhäufen, ohne dass er durch gesteigerte Diffusion zwischen der betreffenden und den nach barlichen Zellen oder Gewebsflüssigkeiten ausgewaschen würde.

Gasdiffusion und Absorption im Organismus.

Diffusion. Im lebenden Organismus, in der Zelle, finden die vitalen Thätigkeiten nur unte ungestörter Einwirkung des Sauerstoffs statt, der den Zellen theils gasförmig, theils lo gebunden (an Hämoglobin) zugeführt wird. Auf der anderen Seite kann das organische Leben nicht bestehen, wenn nicht die durch die physiologische Oxydation entstehende Kohlen säure beständig entfernt wird, da sie für die Gewebe ein Gift ist. Kohlensäure und Sauerstoff sind die beiden wichtigsten Gase, die bei dem organischen Leben sowohl der Pflanze als des Thieres in Betracht kommen. Ausserdem entfernt sich aus dem in der Luft lebenden animalen Organismus auch fortgesetzt eine grössere oder geringere Menge von Wasserdampf (natür lich fällt das bei den Wasserthieren weg, welche nicht durch Luftlungen athmen), es tritt Stickstoff in ihn ein und aus. Im Darme entstehen aus Gährungsvorgängen noch Kohlen wasserstoff und Wasserstoff. Auf einige andere Gase und ihr Verhalten zum thieri schen Organismus werden wir im Verlaufe der speciellen Darstellung noch kommen. Der Wechselverkehr des Organismus mit Gasen beruht zunächst auf den Gesetzen der Diffusion und Absorption der Gase, doch finden sich auch hier Ausnahmsverhältnisse im leben den Organismus, welche die anorganische Gesetzmässigkeit zum Theil verdecken.

Man bezeichnet mit dem Worte Gasdiffusion den Vorgang des Ineinanderströmens mehrerer in freie Verbindung gesetzter Gasmassen. Ihr schliessliches Resultat ist das gleiche wie das der Hydrodiffusion, es entsteht ein gleichmässiges Gemenge hier von Gasen, dort von Losungen. Gase, die in ein Vacuum einströmen, füllen dieses vollkommen und gleichmässig aus, dasselbe ist der Fall, wenn in dem Raume, in welchen ein Gas einströmt, schon ein an deres enthalten war, wenn beide Gase sich nicht chemisch beeinflussen; ein Raum, welcher von einem indifferenten Gase erfüllt ist, verhält sich für ein anderes, als wäre er ein Vacuum. Mag die Menge des einen Gases in dem gegebenen Raume gross oder klein sein, oder, wie man zu sagen pflegt, mag der Gasdruck für das eine Gas eine beliebige Höhe besitzen so wird ein anderes Gas sich doch in dem Raume noch ebenso verbreiten, als wenn er voll kommen leer wäre. Unsere Luft ist aus Sauerstoff und Stickstoff zusammengesetzt, gemischt. Die durch die Athmung der thierischen Organismen zugeführte Kohlensäure verbreitet sic vollkommen in ihr, so dass sie überall im gleichen, sehr geringen Procentverhältniss gefun den wird, wo nicht durch lokale Produktion eine momentane Anhäufung stattfindet, die sic jedoch möglichst rasch ausgleicht e. v. v. Der Gasdruck, den der Sauerstoff in der Lu erleidet, der Sauerstoffdruck, ist ein weit grösserer als der der Kohlensäure, der Sauersto

›edeutenderer Menge in der Atmosphäre vorhanden; die Kohlensäure steht also un- ›ringeren Druck ihrer eigenen Masse: der Kohlensäuredruck ist, entsprechend der Menge Kohlensäure in der Atmosphäre, geringer als der Sauerstoffdruck. Die hrt theoretisch zu dem endlichen Resultate, dass alle Gase in einem gegebenen in der ganzen Atmosphäre, unter dem gleichen Druck stehen; überall also, ıan eine zufällige Anhäufung eines Gases stattfindet, tritt die Diffusion in Wirk- lche nach längerer oder kürzerer Zeit zu einer völligen Ausgleichung des Druckes nden Gases, zu einer gleichmässigen Mischung desselben mit den übrigen Gasen Gesetz, nach welchem die Diffusion der Gase stattfindet, lautet: Die Ge- gkeiten, mit welchen verschiedene Gase unter gleichen Um- gleichem Druck) durch eine sehr feinporöse Scheidewand ins er in andere Gase diffundiren, verhalten sich umgekehrt wie ratwurzeln aus den specifischen Gewichten der Gase.

ɔtion. Gerade so wie Gasarten in Räume einströmen, die schon von einem an- eingenommen sind, so strömen sie auch unter Umständen in die Molekularinter- Flüssigkeiten ein, ohne dass dazu eine chemische Verwandtschaft zwischen Gas ceit erforderlich wäre. Ebenso wie ausserhalb, so üben auch innerhalb der Flüssig- ase keinen Druck auf einander aus, so dass in dieselbe Flüssigkeit eine beliebige Gasen gleichzeitig einströmen kann.

zu diesem Eindringen der Gase in Flüssigkeiten auch keine eigentliche chemische haft gehört, so ist dabei doch eine gewisse Attraktion der Flüssigkeits- zu den Gas- ınverkennbar. Wir treffen bei der Lösung der Gase in Flüssigkeiten, bei der Ab- analoge Gesetze, wie wir sie bei der Lösung fester Körper in Flüssigkeiten finden. gkeit absorbirt bei konstanter Temperatur von einem bestimmten Gase ein be- ɔlumen; die Volumina aber, welche eine Flüssigkeit bei gleicher Temperatur von en Gasen zu absorbiren vermag, sind sehr verschieden. Das absorbirte Gasvolu- elt je nach der Temperatur der absorbirenden Flüssigkeit. Während bei der festen Stoffe die gelöste Menge gewöhnlich steigt mit der Temperatur des Lösungs- ıen wir bei den Gasen den umgekehrten Fall: mit der steigenden Tempe- rd die Absorptionsfähigkeit der Flüssigkeiten für Gase fast immer , eine theilweise Ausnahme bildet bei höheren Graden, wie es scheint, nur der '. Bei einer Temperatur von 100° C. ist das Wasser nicht mehr im Stande, irgend ich zu halten, sein Absorptionsvermögen ist dann = 0.

ezeichnet als »Absorptionscoëfficient« diejenige Menge von Gas, welche keit, die frei mit dem zu absorbirenden Gas communicirt, aufzunehmen vermag. tionscoëfficienten sind, wie gesagt, für jede Flüssigkeit und jedes Gas und für jede verschieden. Nach den Beobachtungen von Bunsen absorbirt eine Volumein- er bei verschiedenen Temperaturen Kohlensäure, Stickstoff und Sauerstoffgas in lengen:

art:	Temperatur:	Aufgenommenes Volumen:
ısäure . . .	0°	1,7967
	20°	0,9046
ıoxyd . . .	0°	0,032874
as	0°	0,02034
	20°	0,01401
toff	0°	0,04114
	20°	0,02838
rstoff . . .	0°	0,0163 ebenso viel bei höheren Graden.

r jedem Drucke nimmt dieselbe Flüssigkeit das gleiche Gasvo- uf. Nach dem Mariotte'schen Gesetze steigt die Dichtigkeit — das specifische - der Gase direct mit dem auf ihnen lastenden Druck; daraus folgt nach dem mit-

getheilten Absorptionsgesetz, dass die aufgenommenen Gasgewichte direct mit dem Druc unter welchem die Absorption geschieht, wachsen. Die aufgenommenen Gasvolumina bleib sich unter jedem Drucke gleich, doch wiegt bei höherem Druck das gleiche Volumen ent sprechend mehr als bei weniger hohem.

Die in Flüssigkeiten absorbirten Gase verlieren nicht ihr Diffusionsbestreben. Bring wir eine mit Gas bei einem bestimmten Gasdruck gesättigte Flüssigkeit, z. B. Wasser m Kohlensäure, in einen geschlossenen Raum, der mit einer anderen Gasart, z. B. Wassers gefüllt ist, so diffundirt die Kohlensäure aus dem Wasser in den vom Wasserstoff eingeno menen Raum. Es wird so lange Kohlensäure aus dem Wasser weggehen, bis ausserhalb u innerhalb der Flüssigkeit die Vertheilung der Kohlensäure der Gesammtmenge der Kohle säure, dem Kohlensäuredruck entspricht. Dafür wird aber auch Wasserstoff in das Wass hineindringen, bis auch er dem Drucke — dem Wasserstoffdrucke — entsprechend auss halb und innerhalb der Flüssigkeit vertheilt ist.

Das Entweichen eines absorbirten Gases geschieht also dann, wenn die Spann dieses Gases, also z. B. der Kohlensäure in dem über der Flüssigkeit befindlichen Ra vermindert wird. Wenn die Flüssigkeit, welche bei einem bestimmten Gasdruck — Kohl säuredruck z. B. — sich gesättigt hatte, mit einem Raum in Verbindung gebracht wird, welchem das absorbirte Gas unter einem geringeren Drucke steht, als der war, unter w chem die Absorption stattfand, so wird Gas abgegeben e. v. v.

In der Zelle, in dem thierischen Organismus findet der Gasverkehr meist durch Schei wände hindurch statt, durch Zellenmembranen, Wände der Kapillargefässe etc. Diese org schen, mit Flüssigkeit getränkten Scheidewände setzen dem Gasstrom vom Gas in die F sigkeit und umgekehrt einen geringen Widerstand entgegen. Die animalen Flüssigk communiciren durch die genannten zarten feuchten Membranen fast direct mit den Gase Atmosphäre. Diese ist zusammengesetzt aus 21 Volumprocenten Sauerstoff und 79 Vo procenten Stickstoff und aus Spuren von Kohlensäure. Denken wir uns die fragliche Flü keit zunächst gasfrei, so werden die beiden Hauptbestandtheile der Atmosphäre je nach i Absorptionscoëfficienten und dem Druck, unter dem sie stehen, in dieselbe eindringen Sauerstoffdruck verhält sich zum Stickstoffdruck wie 21 : 79 (das Verhältniss, in welch Gase in der Luft gemischt sind). Nehmen wir das Absorptionsvermögen der thierischen F sigkeit gleich der des Wassers für die beiden Gase an, was sich von der Wahrheit kaum fernt, so würde sich, da der Absorptionscoëfficient des Sauerstoffs beinahe doppelt so gr als der des Stickstoffs, der Sauerstoffgehalt zu dem Stickstoffgehalt in der Flüssigkeit verh wie 34,91 : 65,09. Das angegebene Verhältniss der beiden Gase findet sich in dem mit Atmosphäre längere Zeit frei communicirenden Wasser der Flüsse, Seen etc., so dass d nach die Wasserthiere eine relativ an Sauerstoff reichere Luft athmen als die Luftthiere.

Von der Kohlensäure der Atmosphäre könnte unter normalen Umständen in die koh säurefrei gedachte Zellenflüssigkeit nur entsprechend der minimalen in der Luft enthalt Kohlensäuremenge aufgenommen werden. Wir haben die Zellenflüssigkeit sowie das als einen Herd der Kohlensäureproduktion erkannt. Es ist also unter normalen Verh nissen der Kohlensäuredruck — entsprechend der Kohlensäuremenge — in der Zelle w grösser als ausserhalb derselben. Es wird deshalb normal keine Kohlensäure aus der L in die Flüssigkeit aufgenommen werden können, sondern es wird vielmehr die Kohlensä aus dieser diffundiren, um sich mit der Kohlensäure der Luft in das Gleichgewicht d Spannung zu setzen. Das Gleiche ist mit dem Wasserdampfe der Fall.

So zerfällt demnach der Gasverkehr der Flüssigkeiten des Organismus mit der Atm sphäre nach dem Gesetz der Diffusion und Absorption in zwei Theile:

es nimmt der Organismus aus der Luft auf: Sauerstoff und Stickstoff,

und scheidet dafür aus: Kohlensäure und Wasserdampf.

Doch sind, wie sich uns in der Folge ergeben wird (cf. Athmung), die Diffusionsgesel im lebenden Organismus mannigfach durch die hier gegebenen besondern Verhältnisse mod ficirt. Das gilt vor allem für den Verkehr des Organismus mit dem freien Sauer

eines Respirationsmittels. Die Aufnahme des Sauerstoffs in das Blut geschieht nur m verschwindend kleinen Antheil nach den Gesetzen der Diffusion und Absorption, ste Menge des aufgenommenen Sauerstoffs wird zunächst durch eine Attraktion des ls der Blutkörperchen herbeigezogen. Die aufgenommene Stauerstoffmenge ist danach ı Absorptionsgesetzen unabhängig und weit grösser in thierischen Flüssigkeiten, sauerstoffanziehende Substanzen (z. B. rothe Blutkörperchen) enthalten, als er ohne n würde. Die Kohlensäure schwächt die Lebensenergie des Protoplasma und öffnet e Gewebsporen für Flüssigkeits- und Gas-Diffusion.

Wechselwirkung der Kräfte im Organismus.

ir haben das Leben der Zelle als eine Function sehr complicirter Art zu- dreier wesentlich verschiedener Grössen kennen gelernt.

Die Form und Molekularstructur der Zelle,
ihre chemische Mischung,
die physikalischen Eigenschaften ihrer Stoffe

drei Faktoren, aus denen das specifische Zellenleben hervorgeht. Die schaft ist noch weit davon entfernt, den mathematischen Ausdruck für unction aufstellen zu können. Im letzten Grunde ist das Problem des ebens, wie des Lebens überhaupt ein Problem der analytischen Mechanik. zt sind kaum die ersten Vorarbeiten geliefert zu einer Mechanik der Zelle, die einfachen Gesetze construiren muss für das Leben des Organismus ger Weise, wie es gelungen ist, das Leben des Kosmos als eine Mechanik mels darzustellen. Vielleicht ist die Aufgabe hier kaum schwieriger als t gewesen ist. Die Mannigfaltigkeit der Beziehungen ist vielleicht in bei- bieten nicht wesentlich verschieden. Jene Mannigfaltigkeit entwirrt sich inem Gesetze, dessen Einfachheit nicht grösser gedacht werden könnte. ysiologie harrt noch ihres Keppler und Newton, der das einfache Gesetz bens in den in unmittelbarer Berührung wirkenden Kräften der An- g und Abstossung der Moleküle erkennt. Für jetzt sind die Beziehungen, r in der Zelle, im Organismus thätig sehen, für unser Auffassungsver- noch sehr complexer Natur, nur selten gelingt es, sie vollkommen zu n. In den Vorgängen der lebenden Organismen kommen dieselben Na- tze und Kräfte zur Geltung, wie in der leblosen, organischen Welt. Fast , wo man diesen allgemein anerkannten Satz auf seine Richtigkeit im organge prüft, findet sich aber, dass das betreffende anorganische Gesetz enden Organismus unter ganz eigenthümlichen Ausnahmsbedingungen heinung tritt, welche es in der wesentlichsten Weise für die Lebensvor- umgestaltet.

Versuchen wir einige Beziehungen der Zellenform zu dem nleben darzustellen.

o an einer bestimmten, umgrenzten Stelle durch die Zellenthätigkeit ganische Leistung hervorgebracht wird, wo es gilt, an einem bestimmten emische Lebenswirkungen zu entfalten: Stoffe zu lösen, chemisch zu ver- ı, um sie für die Zwecke des Organismus verwendbar zu machen, oder chbar gewordene Substanzen lokal zu entfernen (wie in den Drüsen), dort wir die meist, wenigstens in späteren Lebensstadien, mit einer rings ge- senen Membran umgebene, rundliche Zelle in Thätigkeit.

Wo die Lebensthätigkeit der Zelle nicht direct auf den Ort, welchen einnimmt, beschränkt bleibt, wo Wirkungen auf weit abgelegene Organe einem Centrum aus erfolgen, z. B. für die Lebensfunctionen des Nevensystems sehen wir die Zellengestalt zu den eigenthümlichen Nervenzellen verändert, selbst mikroskopisch klein, ihre Verbindungsfäden, die Nervenfasern, von kroskopischer Feinheit aber makroskopischer Länge nach den verschiede Richtungen aussenden, die verschiedenen Organe mit sich und unter ein verbinden und dadurch jenes Wundernetz herstellen, in dessen Bahnen höchsten thierischen Functionen der Empfindung und Bewegung vermi werden.

Die mechanischen Kraftleistungen der Zellen beruhen auf Gestaltsverä rungen ihres Inhaltes, denen die elastische Zellmembran, wenn eine solche handen ist, sich anschmiegt. Viel mehr Zellen, als man früher geglaubt h zeigen das Vermögen der aktiven Gestaltveränderung; wir sahen, dass man d als eine allgemeine Eigenschaft des Protoplasma betrachten muss. Aber nu denjenigen Zellen wird dieses Vermögen der Contraction zu einem Grunds eine bedeutendere Gestaltveränderung der Gewebe oder gar zur Ursache Ortsbewegung des gesammten Organismus, bei denen die Gestalt eine ist, dass durch ihre Veränderung nach irgend einer Richtung bedeutendere E erzielt werden. Die Gestalt der Muskelzellen steht mit ihrer mechanisch bensaufgabe in einem klaren Zusammenhang. Die langgestreckte, bandäh Form, die durch die Contraction in eine annähernd kugelige verändert ist sicher am besten geeignet, Zug- und Druckwirkungen in weiterer A nung zu entfalten. Dadurch, dass Muskelzellen sich der Länge nach reihe aneinander schliessen, bewirkt die gleichzeitige Contraction der an sich skopischen Gebilde einen makroskopisch-sichtbaren Effect. Bei den streiften Muskelfasern wird aus der Zelle jener makroskopisch lange, ähnliche Körper, der Muskelprimitivcylinder, der die Ortsbewegung Gesammtkörpers vermittelt. Leicht liessen sich noch eine Reihe solcher beziehungen zu den Lebensvorgängen in den Zellen auffinden.

II. Noch mannigfaltiger sind die Beziehungen der chemis Mischung zu dem Zellenleben.

Primär scheint die chemische Zusammensetzung in den aus der Eifurc hervorgegangenen Zellen die gleiche zu sein. Erst dadurch, dass der entsteh Organismus seine gleichartigen Bausteine zu verschiedenen Zwecken benu indem er von den einen mechanische Leistungen bei der Herzcontraction langt, von den anderen nur Fortpflanzung und Sekretion, die allgemeine lenthätigkeiten, wird ein Gegensatz in den chemischen Verhältnissen der schiedenen Zellen gesetzt. Je nach ihren Leistungen sehen wir andere Ox tionsprodukte in den Zellen auftreten. Die Produkte der Zellenoxy tion sehen wir nun die wichtigsten Einflüsse auf das Zellenleben au (J. Ranke). Sie wirken ähnlich wie die besprochenen anorganischen Bestand der Zelle. Sie verändern die Reaktion des Zellensaftes, sie machen ihn lisch, sauer oder neutral und geben so Veranlassung, dass dieselben chemi und physikalischen Agentien nun in den verschiedenen Zellen verschied Wirkungen entfalten. Die wahren Gährungserscheinungen, die einen ganz schiedenen Verlauf nehmen je nach der Reaktion der Flüssigkeit, in der

…haben, die sich dadurch nicht nur in ihrer Intensität, sondern auch in ihrer …lität verändern, können als Beispiel dienen, um sich diese in den Zellen …altenden Verhältnisse zu veranschaulichen. Aber auch in anderen Beziehun… werden dadurch individuelle Verschiedenheiten in dem Zelleninhalte gesetzt. …Lebensenergie der Muskelzelle steht in einem umgekehrten Verhältnisse zu …Menge der in ihr enthaltenen Milchsäure, die wir als ein Zersetzungs…ukt des Zellinhaltes kennen gelernt haben. Die Kohlensäure, das all…einste Produkt der organischen Oxydation, lähmt, wenn sie sich in grösserer …ge ansammelt, die Thätigkeiten der Nervenzellen und setzt die Intensität …r Lebensvorgänge auch in den Muskelzellen herab. Der Harnstoff, welcher …t für alle Zellen ein vollkommen indifferenter Stoff ist, wirkt nur auf eine …z kleine Gruppe von Nervenzellen im Gehirn, welche die Uebertragung sen…ler Reize auf die Muskeln (Reflexe) hemmen, und zwar in der Art, dass keine …he Uebertragung mehr stattfinden kann. Diese und ähnliche Beobachtungen …en uns den Beweis dafür, dass die Lebenseigenschaften der Zellen directe …ctionen ihrer chemischen Zusammensetzung sind. So wie sich die chemische …chung des Zellensaftes in wesentlicher Weise ändert, sehen wir auch …Intensität der Lebenseigenschaften der Zelle sich ändern.

Eine äusserst wichtige Beobachtung, welche uns Finger…ge für die Beurtheilung mancher normaler und krankhafter …nsvorgänge gibt, ist die, dass die Zellen verschiede…Stoffen gegenüber sehr verschieden reagiren. Einzelne … sind für alle Zellen, wie es scheint, in weiteren Grenzen indifferent, …der Zucker und die Natronsalze, andere Stoffe äussern nur auf ganz … beschränkte Zellengruppen eine Wirkung, während alle anderen Zellen …h ihre Anwesenheit nicht alterirt werden. Als ein Beispiel dafür kann …schon angeführte Harnstoff mit seiner Wirkung auf das Reflexhem…ngscentrum im Gehirn gelten. Ihm schliesst sich die Hippursäure …leichwirkend an. Die Gallensäuren, die mit Natron verbunden in so …ser Menge in der Leber gebildet werden, ohne dort die Zellenfunctionen zu …trächtigen, lösen die Blutkörperchen und lähmen den Muskel und das Ner…system, wenn sie in grösseren Mengen in das Blut und von diesem aus in …genannten Organe gelangen. Bei manchen Stoffen ist die Wirkung in der …n Zelle mit einer Verminderung der Lebensenergie, in der anderen mit …r Erhöhung derselben verknüpft: so bei der Milchsäure und allen fixen …nischen und unorganischen Säuren, die im Organismus frei vorkommen. …etzen die Leistungsfähigkeit des Muskels herab, ermüden ihn … machen ihn durch ihre Anwesenheit endlich vollkommen unfähig, sich zu …rahiren und damit Arbeit zu leisten, während sie gleichzeitig die Erregbar… des Nervensystems zunächst erhöhen. Der Zusammenhang der Lebens…schaften der Zelle mit ihrer chemischen Zusammensetzung geht aus diesen …achtungen mit aller Sicherheit hervor; freilich ist mit ihnen erst der Weg …gt, auf welchem die Forschung zu ihrem endlichen Ziele fortzuschrei…ten.

…III. Der Zusammenhang der Lebenseigenschaften der Zelle … den physikalischen Eigenschaften der sie zusammen…tenden Stoffe ist in ähnlicher Weise nachzuweisen.

Wie innig sehen wir die Lebensvorgänge mit dem Austausch der Flüs keiten und Gase, von Zelle zu Zelle und endlich in die Umgebung, verbun Das Leben der Zelle nimmt je nach der Intensität der fortwährend in ihr k senden electrischen Ströme seine eigenthümliche Richtung an. Die thieris Wärme ist zu allen animalen Vorgängen eine absolut nöthige Vorbedingun

Den molekularen Bau der Zelle sahen wir oben von dem entscheide Einfluss auf alle chemischen Vorgänge des Zellenlebens. Auch der gr Bau zeigt sich dafür von Einfluss, wie aus den Beobachtungen hervorgeht, die specifischen chemischen Lebensthätigkeiten der Zelle meist an die Anw heit des Zellkerns geknüpft sind. Ebenso glückt es uns leicht, Einwirk des Chemismus der Zelle auf ihre physikalischen Eigensch und der letzteren auf die Zellenform und vice versa zu entdecken.

Wir sehen durch die Diffusionsvorgänge beständig die Gestal Zelle wechseln. An Stelle diffundirbarer Stoffe, welche aus ihr heraust nimmt sie zuerst meist ein weit bedeutenderes Quantum Wasser in sich auf schwillt dadurch an und verändert sich, wie man dies schon makroskopis quellenden Geweben sehen kann, in der Art, dass sie sich möglichst der K gestalt zu nähern strebt. Dass diese Gestaltveränderung auch auf die N zellen von Einfluss ist, geht aus den Veränderungen der Zellenformen h welche durch gegenseitigen Druck hervorgebracht werden. Diese Ausd der Zellmembran muss rückwärts wieder auf den Vorgang des Flüssig wechsels in den Zellen von Einfluss sein; der von ihnen auf den Zelle ausgeübte Druck wird Flüssigkeit direct herauspressen, filtriren.

Auf diesem Wege haben auch die chemischen Veränderung Zelleninhaltes einen Einfluss auf die Zellengestalt. Durch die Oxyd den Zellen werden leicht diffundirbare, krystallisirbare Substanzen gebild durch Diffusion ausgewaschen werden und damit primär Wasser in di herein ziehen. Die Diffusion geht vollkommen Hand in Hand mit der chem Umsetzung, da durch letztere dem physikalischen Vorgang die Möglichkeit stärkeren Bethätigung geschaffen wird. Auch die anorganischen S wirken in diesem Sinn; man darf aber nicht übersehen, dass diese viel der Zelle mit organischen, schwer oder gar nicht diffundirbaren Stoffen, Eiweiss, in chemischer Verbindung sich befinden, aus der sie erst dur Zersetzung und organische Oxydation frei werden und dann erst ihr Diffu vermögen entfalten können.

In Beziehung auf die Leistung mechanischer Arbeit sehen auch die chemische Zusammensetzung bedingend. Wir wissen dass der Muskel nicht mehr contractionsfähig ist, wenn er Milchsäure andere Säuren oder auch saure Salze (saures phosphorsaures K auch neutrale Kalisalze und gallensaures Natron in sich ange hat. In kleiner Menge reizt ihn dagegen die Milchsäure zur Contractio (J. Ranke).

Die Electricitätsentwickelung steht in einer analogen Abhä keit von den chemischen Stoffen im Zelleninhalte. Der geruhte Mus der verhältnissmässig wenig Zersetzungsprodukte in sich enthält, entwic sehr bedeutende electrische Strömungserscheinungen. Durch die Anhäuf von Zucker in ihm — wie E. du Bois-Reymond zuerst gezeigt hat — kann

electrische Muskelstrom wenigstens in seinen Wirkungen nach aussen ..gern; durch die Anhäufung von Milchsäure (J. Ranke, Röber), gallen..rem Natron, Kalisalzen wird (J. Ranke) der electrische Strom sehr ..tend geschwächt, unter Umständen sogar ganz vernichtet. Die Regel..igkeit der electrischen Strömungserscheinungen in Muskeln und Nerven ..t von einem ähnlich regelmässigen chemischen Bau dieser Organe ab, der ..eicht auch in dem optischen Verhalten seinen Ausdruck findet.

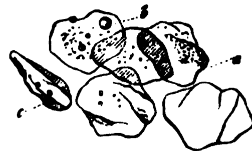
So zeigen sich uns also in Beziehung auf Form, chemische Zusammen..ng und physikalische Vorgänge in der Zelle und mit ihr im Gesammtorga..ns deutliche Zusammenhänge. Ueberall erkennen wir Wechselbeziehungen, .. in allen Lebenserscheinungen ein einfaches, einheitliches Gesetz vermuthen ..sen. Wie dieses Grundgesetz des Lebens aber lauten mag, vermögen wir für ..t nicht einmal zu ahnen.

Der Tod der Zelle.

Wir haben nur noch mit wenigen Worten den Untergang des thierischen ..rganismus: der animalen Zelle zu betrachten, nachdem wir die Vorgänge ..s Lebens und der Kräfte, die auf dasselbe einwirken, kennen gelernt haben.

Schon in einer der ersten Betrachtungen wurde darauf hingedeutet, dass ..Allgemeinen die Mehrzahl der einzelnen Zellen oder besser Zellenformen im ..nismus eine bedeutende Lebensdauer besitzen. ..n sind vor allem die Epidermis- und ..ithelzellen ausgenommen, welche während ..Lebens des Gesammtorganismus einem regel..igen Absterben verfallen. Die obersten Lagen .. verhornten Epidermis werden, nachdem sie .. ganz vertrocknet und eingeschrumpft sind, ..anisch losgestossen, abgeschuppt, während ..den unteren feuchten Epidermisschichten eine ..bildung von Zellen erfolgt. Stets verhornen .. obersten Zellenlagen wieder (Fig. 54). Ein ähnlicher Vorgang findet .. an den Epithellagen der Schleimhäute statt, z. B. in der Mundhöhle, .. man im Mundsafte stets abgeschuppte Epithelplatten findet. Der Schleim .. Darmcanales, des Respirations-, Genital- und Harnapparates zeigt dieselbe ..male Erscheinung von abgestossenen Zellen. Im Darmcanale ist die Abstos..g theilweise ebenso mechanisch bedingt, wie an der Oberhaut, das Reiben .. Darminhaltsmassen scheuert die Zellen ab. Anderentheils beruht die Zell..ung auf der chemischen Einwirkung der Verdauungssäfte auf die oberste ..chicht, was besonders im Magen nachgewiesen ist. Ueberall auf Schleim..ten und in den sogenannten Schleimdrüsen gehen die Epithelzellen jene ..thümliche chemische Veränderung ein, welche schliesslich zur Mucin..dung in ihrem Inhalte und dann zur Zerstörung ihrer Zellmembran führt.

Fig. 54.



Abgestossene Epidermisschichten der menschlichen Haut.

Ein Theil der in bestimmten Geweben gebildeten Zellen wird dort losge..en in die Säftecirculation gebracht, wo die freien Zellen nach verschiedenen ..morphosen zu Grunde gehen, indem immer neue Zellennachschübe ge..ben. Hier sind vor allem die in den Lymphdrüsen gebildeten farblosen

kernhaltigen Lymph- oder Blutkörperchen sowie die rothen körperchen zu nennen. Theilweise wandern die freien Zellen aus de und der Lymphe in verschiedene Gewebe ein, um hier sich umzugestalt hie und da sogar an der Gewebsbildung sich zu betheiligen. Eine sol stossung einer Zelle ist auch die periodische Eireifung im Ovarium, beim menschlichen Weibe in der grössten Mehrzahl der Fälle, wenn die I tung fehlt, zum Absterben der Eizelle führt, ebenfalls nach gewisser thümlichen Umbildungen. Ein Theil der Drüsensekrete entsteht zwei durch den Zerfall der Drüsenepithelzellen, während ein anderer Thei Stoffabgabe aus den Zellen erfolgt. Haben die secernirenden Zellen eir bran, z. B. Hodenzellen, so wird diese durch Druck von innen oder Au chemischer Art gesprengt und die Inhaltsmasse wird damit frei.

Auch andere Zellen im Innern der Gewebe sehen wir dem allg Schicksale des Organisirten verfallen. Vor Allem sehen wir durch mas Ansammlung von Fett im Protoplasma die Zellenthätigkeit gelähmt und endlich vernichtet. Der Fettmetamorphose können alle Zellen jec pergegend in pathologischen Fällen unterliegen. Durch Fettmetamorphose werden im physiologischen Vorga Zellen der Milch- und Talgdrüs den Muskelfasern des Herze sich fast regelmässig eine leichte stärkere körnige Trübung des I wodurch die Querstreifung unde wird. Die in der Schwangersch vergrösserten und wohl vermehrt ten Muskelfasern des Uteru durch dieselbe Umbildung nach burt theilweise zu Grunde (Fig. Ebenso die Zellen des geplatzten schen Follikels bei der Bild gelben Körpers: Corpus luteu die Anhäufung grösserer Mengen v mentstoffen in den Zellen sche ter Umständen ihren Tod herbeizu Bei den Blutzellen wird, wie es der Untergang durch die Ansammlung des Hämoglobins eingeleitet, deren Zellen, wie z. B. den Epithelzellen der Lungenbläschen, durch I rung von Abkömmlingen dieses Farbstoffs, z. B. Melanin.

Fig. 55.



Muskelfäden des Menschen in fortschreitender (a, b, c) Fettdegeneration begriffen.

Fig. 56.



Entartungsformen thierischer Zellen. a Zellen des GRAAF'schen Follikels mit Fett erfüllt; b Epithelien der Lungenbläschen mit Pigmenteinfüllung.

Auch die Einlagerung von Kalksalzen, von phosphorsaurem und saurem Kalk, kann schliesslich zum Zellenuntergange führen.

Nach dem Tode des Gesammtorganismus, nach dem Ausschneiden ganen und Organtheilen sehen wir als Leichenerscheinungen be Veränderungen in allen Zellen vor sich gehen, welche zuerst zum A einer sauren Reaktion im Protoplasma, wohl meist zunächs Milchsäurebildung führt. Wo durch Säure fällbare Albuminmodifi (Myosin etc.) sich finden, werden diese durch die spontan entstehenc niedergeschlagen wie im Muskel, in den Leberzellen, Flimmerzellen e

durch verändern sich die physikalischen Eigenschaften dieser Zellen und Zellenabkömmlinge, sie verlieren ihre lebende Elasticität und werden starr: Leichenstarre. Das optische Aussehen verändert sich, da das gefällte Albuminat, das Anfangs gallertig und durchsichtig ist, in der Folge in Gestalt feiner Körnchen die Durchsichtigkeit trübt. Dabei treten Gestaltsveränderungen in den Zellen ein: sie suchen sich alle mehr oder weniger kräftig der Kugelgestalt zu nähern; wie an den gestreckten Muskelelementen, so sieht man dieses auch an allen mit lebender Contractilität ausgestatteten Zellen. Der erstarrende Muskel verkürzt sich und wird dicker, der ausgeschnittene Wadenmuskel des Frosches wird bei ausgebildeter Starre fast vollkommen kugelig; die amöboide Zelle zieht ihre Fortsätze ein und nimmt die runde Gestalt an, welche die ältere Mikroskopie allein an ihr kannte. Die Leberzellen platten sich dagegen durch wechselseitigen Druck eckig ab.

In anderen Organen, im Magen z. B., treten rasch noch weitere chemische Veränderungen ein. Durch das Auftreten der Säure in den absterbenden Geweben des Magens kommt das in den Labzellen im Drüsengrunde aufgespeicherte Pepsin zur Wirkung, und die Selbstverdauung, welche im normalen Leben nur die saure äusserste Oberfläche des Magens ergreifen konnte, schreitet nun in die Tiefe fort und zerstört die Magenwände, Leber, Eingeweide wenigstens zum Theil, welche vorhin durch alkalische Reaktion ihrer Gewebsflüssigkeiten vor der Verdauung geschützt waren.

Auf die Leichenstarre folgt mehr oder weniger rasch die Fäulniss der todten animalen Gebilde. Sie charakterisirt sich durch Auftreten ammoniakalischer Zersetzungsprodukte in der todten Zelle. Dadurch wird die Säure derselben zuerst neutralisirt, dann übercompensirt, die gefällten Eiweisskörper lösen sich wieder auf, die Leichenstarre löst sich.

Die erste Fäulnissveränderung der contractilen Substanz der Muskelfasern ist ein näheres Aneinanderrücken der Querstreifen, wodurch die Querstreifung undeutlicher wird (FALK). Zuerst ist die Faser gelblich und wie körnig bestäubt, schliesslich findet ein wahrer körniger Zerfall statt. Die Körnchen zeigen Fettglanz, doch bestehen sie nur theilweise aus Fett. Im weiteren Verlaufe scheint aber eine vollkommene postmortale Fettdegeneration: Leichenwachsbildung einzutreten, welche an Stelle des Muskels namentlich Ammoniakseifen treten lässt. Die Querstreifung geht in eine Längsstreifung über. Die Muskelkerne schrumpfen, verlieren das Kernkörperchen und verschwinden endlich ganz. Auch das Sarkolemma, das sonst so resistent gegen chemische Einwirkungen ist, löst sich. Nach den Erfahrungen der gerichtlichen Medicin scheint das Gewebe der glatten Muskelfasern (Uterus) viel resistenter zu sein als das der quergestreiften. Die Muskelfasern sind (in Muskelstücken) nach ARRIGO TAMASSIA im Wasser nach 42, in der Erde nach 87, in der Luft nach 30 Tagen gänzlich verschwunden. Ebenso rasch zerfällt das weiche Bindegewebe in Wasser, während darin das Sehnengewebe erst am 75. Tag verschwindet. Sehr viel rascher verschwinden die letzteren Gewebe in der Erde und der Luft.

Die Blutkörperchen werden immer kleiner und kleiner, sie verlieren die Neigung an einander zu haften, und zerfallen in farblose und dunkle Körnchen. Die weissen Blutkörperchen sind, was man besonders an leukämischem Blute sehr deutlich sehen kann (J. RANKE), resistenter als die rothen. Wenn letztere ganz gelöst sind, können erstere noch unversehrt sein. Endlich schwindet der Kern und auch sie verflüssigen sich. Die Leberzellen verändern sich später als die rothen Blutzellen und die Muskeln. Zuerst schwinden die Kerne, die Zellen

werden trüb mit Körnchen dicht erfüllt; sie werden wieder rundlich oder oval und lösen sich in Körnchenmassen auf, in die man sie schon viel früher verwandelt findet, ehe die Lebergestalt im Grossen und Ganzen zerstört ist.

Der animale Organismus eine Kraftmaschine.

Nachdem wir im Allgemeinen die Gesetze kennen gelernt haben, unter deren Einwirkung die Lebensvorgänge im einfachsten animalen Organismus, in der Thierzelle, sich regeln, werden wir nun, gestützt auf diese Erkenntniss, bei der Betrachtung des complicirten animalen Organismus des Menschen einen wesentlich veränderten Gang einschlagen können.

Wenn wir den Menschen nach seinen mechanischen Bewegungsvorgängen betrachten, so können wir ihn auffassen als eine Kraftmaschine, eine Maschine, die durch ihre mechanischen Einrichtungen die Spannkräfte in Arbeit umsetzt, welche ihr von aussen zugeführt werden durch die Nahrungsmittel, aus denen sie ihre einzelnen Maschinentheile und die Flüssigkeiten bildet, die zur Erhaltung und Kraftproduktion der letzteren nothwendig sind. Nach dieser Betrachtungsweise werden wir bei der Beschreibung des Baues und der Verrichtungen des menschlichen Organismus zweckmässig denselben Weg einschlagen können, nach dem man in der Mechanik eine Maschine und ihre Wirkungsweise beschreibt. Am meisten Aehnlichkeit hat die Maschine des menschlichen, im Allgemeinen des animalen Körpers mit den kalorischen Maschinen unserer Technik, bei denen chemische Spannkräfte, durch Verbrennung von Kohle und kohlereichen Stoffen geliefert, in mechanische Arbeit umgesetzt werden. Bei der Beschreibung einer derartigen Kraftmaschine und ihrer Leistungen können wir zuerst die passiv bewegten Theile von den aktiv bewegenden unterscheiden, und haben dann noch weiter zu fragen, in welcher Weise den letzteren die Kräfte zugeführt werden, welche sie in äussere Arbeit umsetzen.

Die mechanischen Einrichtungen des menschlichen Knochengerüstes entsprechen den bei einer Maschine passiv bewegten Hebeln, Rädern und anderweitigen Uebertragungsvorrichtungen, von deren Verbindungsart und Bau die specielle Leistungsfähigkeit der Maschine bedingt ist. Die Fähigkeit zu den einzelnen Bewegungen und Arbeiten, die wir den menschlichen Gesammtorganismus verrichten sehen, beruht auf den mechanischen Bedingungen seines Skeletes. Bei den Dampfmaschinen ist die Kraft, welche das complicirte Getriebe ihrer speciellen Arbeitsvorrichtungen in Gang setzt, eine linear wirkende Druck- und Zugkraft. Die lineare Auf- und Abwärtsbewegung des Stempels setzt sich in die verschiedenartigsten Bewegungen um. Auch durch die Hebelmechanismen des menschlichen Körpers werden einfach linear wirkende Zugkräfte, die lineare Verkürzung und Wiederverlängerung der Muskeln, in die mannigfachen Bewegungen umgewandelt, die er auszuüben vermag. Durch Röhren wird der gespannte Wasserdampf dem Kolben zugeleitet und dadurch derselbe in Bewegung versetzt. Bei Verschluss der Leitungsröhre hört die Kolbenbewegung und damit die gesammte Maschinenbewegung auf, der dann Bewegungsantrieb und die

zur Bewegung verwendbare Kraft mangeln. Bei dem menschlichen Organismus sehen wir durch den Nerven den Bewegungsantrieb in ganz analoger Weise dem eigentlichen Arbeitsorgan, dem Muskel zugeführt. Die Zuführung des Kraftmaterials erfolgt auf einer zweiten Bahn, durch die Ernährungsgefässe. Hier treffen wir auf den ersten principiellen Unterschied zwischen den kalorischen Maschinen unserer Technik und dem animalen Organismus, der durch Zersetzung seiner Arbeitsapparate selbst sich Arbeitskraft zu liefern vermag.

Bei der weiteren Betrachtung des menschlichen Organismus als Bewegungs- und Arbeitsmaschine stossen wir nun zunächst auf die Frage, wodurch den Nerven selbst der Bewegungsantrieb ertheilt wird, durch den sie die Muskeln in Aktion setzen. Wir werden dadurch auf die Betrachtung der animalen Einrichtungen geführt, durch welche die Reize der Aussenwelt in Nerven-, Muskel- und Skeletbewegungen umgesetzt werden: die äusseren und inneren Sinnesapparate und Reflexvorrichtungen. Wir kommen dann zu der schliesslichen Hauptfrage, ob auch durch innere centrale Vorgänge selbst (Wille) diese Bewegungen ausgeführt werden können, die wir in der Mehrzahl der Fälle aus äusseren Gründen eintreten sehen; wir werden auf diese Weise zu den letzten Problemen der Gehirnphysiologie geführt.

Um den Modus und die Bedingungen für die Bewegung und Arbeitsleistung unserer animalen Maschine zu studiren, haben wir uns noch näher zu fragen, woher und wie die Kräfte geliefert werden, die wir von der Maschine nach aussen verwendet sehen, und in welcher Weise sie in Stand erhalten wird. Bei der kalorischen Maschine kommt hier das Heizmaterial und die Heizvorrichtung zunächst in Betracht, durch welche letztere die bessere oder schlechtere Ausnutzung der durch die Verbrennung erzeugten lebendigen Kräfte bedingt wird. Die Abnutzung der Maschine durch die Arbeit erfordert Reparaturen, Neueinsetzung ausgebrochener Stücke etc. In dem menschlichen Organismus dienen diesen verschiedenen Zwecken die Ernährungs- und Stoffwechselvorgänge. Eine grosse Anzahl der wichtigsten Organe des menschlichen Körpers sind mit der Aufgabe der Stoffaufnahme, Stoffabgabe und Stoffumwandlung beschäftigt. Die im letzten Grunde von dem Pflanzenreiche gelieferten Nährsubstanzen werden zunächst in die Säftemasse des Körpers durch die Thätigkeit der Verdauungsorgane übergeführt, die einen sehr bedeutenden Theil des Gesammtkörpers ausmachen. Die Säftemasse dient der Erneuerung und dem Wachsthum aller Körperorgane, sie führt ihnen Bau- und Kraftmaterial zu und dafür die Stoffe ab, die im Haushalte des Organes ausgedient haben, um sie theils anderen Organen zur weiteren Benutzung oder zur Ausscheidung zu übergeben.

In der Betrachtung der Gesammtleistungen des menschlichen Organismus als Kraftmaschine können diese organ- und kraftproducirenden Vorgänge mit ziemlich gleichem Rechte an den Anfang oder an das Ende der Darstellung verwiesen werden. Wir nehmen sie im Folgenden zum Ausgangspunkt unserer Darstellung, und zwar darum, weil sie unter den physiologischen Vorgängen im animalen Organismus sich noch zunächst an die Hauptvorgänge in den Pflanzen anschliessen. Wir kommen so, indem wir nach der alten Ausdrucksweise von den vegetativen Vorgängen zu den animalen und hier von den niederen zu den höheren und höchsten fortschreiten, zu einer gegliederten Darstellung, die in

gewissem Sinne der Gesammtentwickelung der organisirten Natur entspricht.

Die sogenannten vegetativen Vorgänge der Stoffaufnahme, Stoffabgabe, Stoffzersetzung und des Stoffaustausches bezeichnen wir als:

Stoffwechsel.

Der Stoffwechsel liefert dem animalen Organismus die Möglichkeit der:

Arbeitsleistung,

unter welchem Ausdrucke wir die gemeiniglich als »animale« bezeichneten Lebensvorgänge zusammenfassen können.

In diese beiden Hauptabschnitte gliedert sich unsere Aufgabe.

Specielle Physiologie.

I.

Die Physiologie des Stoffwechsels.

I. Die Ernährung.

Viertes Capitel.

Die Nahrungsmittel.

Begriff des Nahrungsmittels.

Wir kennen die Stoffe, aus denen die Nahrung der animalen Zelle zu bestehen hat; auch die allgemeinen Grundgesetze der Ernährung thierischer Organismen sind uns bekannt; wir haben noch die Einzelverhältnisse kennen zu lernen, in welchen sie bei dem Menschen zur Geltung kommen.

Von den einfachen Nahrungsstoffen: Eiweiss, Fette, Kohlehydrate, Wasser, Kochsalz, phosphorsaures Kali etc., werden nur sehr wenige einzeln für sich genossen (Zucker z. B.); meist werden viele mit einander gemischt, nachdem sie noch einer mehr oder weniger eingreifenden Zubereitung unterlagen, als sogenannte Nahrungsmittel aufgenommen; durch die Zubereitung werden die Nahrungsmittel zu: Speisen. Die Natur selbst lehrt uns, die Nahrungsstoffe zu mischen. Fast alle Substanzen, die sie uns zur Ernährung darbietet, Wasser, Milch, Getreidesamen, Fleisch etc. etc. sind nicht einfache Nahrungsstoffe, sondern Gemische von solchen, die mehrere Ernährungszwecke gleichzeitig erfüllen. Die Eier eierlegender Thiere können als Beispiele vollkommener Nahrungsmittel dienen. Sie enthalten nach unserer S. 95 gegebenen Darstellung alle Stoffe, die der animale Organismus zum Aufbau seiner Organe bedarf.

Das Wasser.

Das Wasser[1]) spielt im thierischen und menschlichen Leibe die Rolle eines Vermittlers der wichtigsten chemischen und physikalischen Vorgänge. Der Körper des Menschen und der höheren Säugethiere besteht zu 58,5% aus Wasser, das an dem organisirten Bau sich wesentlich betheiligt. So ist schon das reine Wasser an sich ein wichtiger Ernährungsstoff. Noch mehr aber gewinnt es an Bedeutung dadurch, dass es vom Menschen nicht in chemischer

---

1) Ueber Luft vergleiche man bei Athmung und Ventilation.

Reinheit genossen wird, sondern beladen mit einer Menge anderer für den Haushalt des Organismus wichtiger organischer Stoffe.

Das Wasser besitzt die Fähigkeit, beinahe alle Stoffe aufzulösen. So kommt es, dass das Quell- und Flusswasser, welche vorzüglich zum Trinken dienen, mit den festen und gasförmigen Stoffen, je nach ihrer Löslichkeit, mehr oder weniger beladen sind, welche ihnen unterwegs in der Luft- oder Erdschicht begegnen, die sie durchsetzten. Manche Quellwasser enthalten eine sehr grosse Menge derartiger Beimischungen und erhalten dadurch den Charakter der Mineralquellen. Aber auch im gewöhnlichen Trinkwasser sind jene in bedeutender Quantität vorhanden und man darf sich so wenig verleiten lassen, sie etwa als Verunreinigungen desselben aufzufassen, dass ihre Abwesenheit sogar das Wasser zum Genusse untauglich macht. Es fehlen die Mineralbestandtheile im Regenwasser sowie im destillirten Wasser, beide können erst durch Zusatz von Salzen — entweder solcher, die das Wasser freiwillig aus dem Boden, der Cysternenwand etc. auslaugt, oder durch Zusatz von Kochsalz — zum Gebrauche als Trinkwasser tauglich gemacht werden. In wasserarmen Gegenden, z. B. auf der schwäbischen Alp, wo nur Regenwasser zu Gebote steht, hat der natürliche Instinkt den Bewohnern seit den ältesten Zeiten gelehrt, dem Cysternenwasser Kochsalz zuzusetzen (J. Ranke).

Das Wasser enthält je nach dem Zustande der Witterung eine wechselnde Menge von Luftbestandtheilen, welche sich bekanntlich beim Kochen, aber eben so bei dem Gefrieren als Luftblasen ausscheiden. Auf der Gegenwart der Luft im Wasser beruht seine Fähigkeit, thierischen Organismen — Fischen etc. — welche zur Erhaltung ihres Lebens Sauerstoff bedürfen, als Aufenthaltsort dienen zu können; im Wasser der Quellen fehlt der Sauerstoff meist fast gänzlich, woher es rührt, dass sich in den frischesten Quellen keine Fische und Thiere halten können, sie müssen aus Luftmangel ersticken. Ein Forellenbach hat bei seinem Ursprung keine Fische, erst wenn sein Wasser längere Zeit mit der Luft in Berührung war, ist es für thierische Organismen athembar. Die Luftmenge beträgt etwa $\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{20}$ des Volumens des Flusswassers, so dass in 1 Kubikfuss Wasser $33\frac{1}{3}$, 40 bis 50 Kubikzoll Luft enthalten sind. Die uns bekannte Wirkung der Gesetze der Gasdiffusion verursacht, dass die Luft im Wasser weit sauerstoffreicher ist als die atmosphärische.

In 100 Kubikfuss Wasser sind im Durchschnitt

	dem Volum nach:	dem Gewicht nach:
Sauerstoff	1280 K. Z.	28,66 Gramm,
Stickstoff .	2560 bis 2640 -	50,71 bis 52,30 -
Kohlensäure	80 bis 260 -	2,47 bis 2,95 -

Wie aus dem über das Quellwasser Gesagten erhellt, ist der Sauerstoff im Wasser nicht nöthig, um ihm Wohlgeschmack zu verleihen. Letzterer nimmt dagegen mit der steigenden Menge an Kohlensäure zu, an der das Quellwasser sich stets ziemlich reich zeigt. Die Verhältnisse dieser Luftbestandtheile des Wassers sind in dem der Luft ausgesetzten Wasser ebenso gleichbleibend wie die Zusammensetzung der Atmosphäre. Desto verschiedener sind die mineralischen beigemischten Stoffe, die sich je nach den verschiedenen, im Boden, den das Wasser durchsetzte, anwesenden Mineralbestandtheilen richten.

Nach den Untersuchungen von Bouchardat und Colin insbesondere führe

er der Flüsse und Seen Frankreichs und der Schweiz sehr verschie-ıgen' an Mineralbestandtheilen. Es stellt sich heraus, dass sie der he nach kohlensaure und schwefelsaure Salze und Chlorverbindungen :h von Erden, besonders Kalk enthalten, die Salze der Alkalien treten zurück. Die kohlensauren Erden sind nur durch Vermittelung der ›hlensäure als doppeltkohlensaure Salze gelöst. Der Kalk ist in so enge im Trinkwasser kalkreicher Gegenden enthalten, dass nach den ıungen von BOUSSINGAULT seine Menge hinreicht, den heranwachsenden lie ihnen zur Bildung ihrer Knochen nothwendige Kalkerde zu liefern. ınete, dass auf seinem Landgute ein Ferkel in drei Monaten $^1/_3$ Pfund Trinkwasser erhalten habe, und dass sein Gutsbrunnen im Jahre dem 0 Pfund Kalk, Bittererde und Kochsalz zuführe. Wir sehen, dass schon wasser meist allein hinreichte, wenn auch die übrigen Nahrungsmittel ›rganischen Nahrungsstoffe mehr führen würden, den menschlichen ıus mit diesen nothwendigen Substanzen zu versehen.

ınische Bemerkungen. — Man fordert von einem guten Trinkwasser folgende ten: es muss klar, farb-, geruch- und geschmacklos sowie frisch und kühl ırf im Liter von organischen Substanzen nicht mehr als 0,050 Gramm, von salpe-e und Salpetersäure nicht mehr als zusammen 0,005 Gramm, von Ammoniak (als 'es Ammoniak im Wasser enthalten) nicht mehr als 0,010 Gramm, von festen Be-n im Ganzen nicht mehr als 0,500 Gramm enthalten. Alles übelriechende und ckende, sowie getrübtes und gefärbtes Wasser ist von vorneherein als Trinkwasser , doch nicht immer schädlich. Schwefelwasser z. B. schmecken und riechen wider-›ung durch etwas kohlensauren Kalk etc., nach Regen oder Färbung des Wassers nöse Substanzen in moosigen Gegenden sind unschädlich. Doch sind im Allge-: organischen Stoffe und die salpetrig- und salpetersauren Salze als wahre Verun-ıgen des Trinkwassers zu betrachten. Die salpetrig- und salpetersauren Salze des - salpetersaures und salpetrigsaures Ammoniak — sind nur zum kleinsten Theile ıosphäre gebildet, wo sie namentlich bei Gewittern entstehen. Zum grössten Theile sie wie die organischen Beimischungen daher, dass Flüssigkeit aus Kloaken, Gossen, reien etc. in Brunnen hineinsickert oder in die Flüsse geleitet wird und so das er verpestet, und Ursache zu den mannigfachsten Erkrankungen wird, die Gesund-ltnisse ganzer Städte oder einzelner Lokalitäten vorübergehend oder für immer ıtert. Das Wasser ist ein Verbreitungsmittel für faulende, krankheiterzeugende ; wird durch lokale Verhältnisse — Nähe der Kloaken am Brunnen z. B. — ver-wie einzelne Häuser für sich z. B. Typhusherde sein können, während daneben von anderem Wasser versorgte Wohnungen vollkommen gesund sind. Nach KOFER spielt bei der schädlichen Einwirkung des Wassers gleichzeitig stets auch der :, welcher durch das Wasser mit verunreinigt wird. Das Wasser solcher verun-Brunnen beherbergt eine ganze Flora und Fauna von Wesen, die besonders auf und Steinen sitzen, welche den Brunnengrund bilden. Sie haben durch RADLKOFER eine he Untersuchung gefunden.

den organischen Formtheilen des Schlammes erscheint der eine Theil als völlig ¿e, nur zufällig von aussen herbeigeführte Beimengung; ein zweiter Theil als aus ttelbaren Umgebung des Brunnens (seiner Bedeckung und Umfassung) stammend; · Theil endlich als wesentliche organische Beimengungen von im Wasser des Brun-st lebenden Organismen gebildet.

ıders die Zahl der zufälligen Beimengungen wird sich durch weitere Untersuchungen ıehren lassen. Sie sind unter Umständen die wichtigsten, wie der unten angeführte Cholerainfektion zeigt.

Radlkofer zählt als zufällige Beimengungen aus dem **Thierreiche** stammend Haare von Mäusen und Ratten, gefärbte Wollfasern, Theile von Vogelfedern.

Aus dem Pflanzenreiche: Oberhautfetzen von verschiedenen Pflanzen und P theilen, bald mit, bald ohne Spaltöffnungen; Pflanzenhaare; Zellen aus der Kartoffe Gefässbündelnetze von Blättern; abgestorbene, isolirte oder zusammenhängende Ze dem Innern von Rinden und Blättern; Rindenzellen aus Bäumen; Strohstückchen; v Fasern und Stückchen.

Aus der unmittelbaren Umgebung des Wassers stammten an Thierüberresten: kleiner Würmchen und im Wasser lebender Insectenlarven, Leichen von Milben, Bor der Hautbedeckung eines niederen Thieres.

An Pflanzen: Fasern und Bruchstücke von der Holzbedeckung des Brunnens, da frei braune gegliederte Pilzfäden (Hyphomyceten) mit den Pilzsporen: einzellige sp förmige, in grosser Anzahl neben einander liegend; zwei-, vierzellige, stumpf keul birnenförmige; zwei-, fünfzellige, spindel- oder mondsichelförmige von einem Fusi oder Selenosporium. Aus dem modernden Holzwerk war ein kleiner Pyrenomycet.

Als wesentliche Gemengtheile, deren Dasein von dem Wasser des Brunnens selbs gig erscheint, bezeichnet er als **thierische** (nach Bestimmungen von Siebold): Vers lebende, geissel- und cilientragende Infusorien, den einfacheren Formen angehörend dinen); Gehäuse von abgestorbenen Panzerinfusorien (Cryptomonadinen); encystirte P (Amoeba): lebende, in Bewegung begriffene Amoeben; eine kleine Crustacee (Cyclops cornis). Als **pfanzliche**: Pilzfäden, zartere farblose und derbere gelbliche, mit m holzter Wandung; Selenosporium; Pilzalgen (Hygrocrocis); Diatomeen und Rest (Navicula, Pinnularia), Zellen von Pediastrum ähnlichen Algen; Zellen von Bacteri anderen Vibrionen; endlich zahlreiche graulich-gelbliche Flocken einer chlorophylllo (Palmella flocculosa Radlkofer), die sich in allem Quellen- und Brunnenschlamm fin

Es ist klar, dass der Gehalt des Wassers an **Salpetersäure** (resp. salpetrige deren gleichzeitige Anwesenheit wir neben der Salpetersäure im Folgenden stets stil gend voraussetzen) nicht ohne Einfluss auf die Menge der im Wasser gelösten Stoffe se So kommt es, dass die am meisten verunreinigten Brunnen auch bei Weitem die grösst anorganischer Stoffe gelöst enthalten.

In den Trinkwassern der Städte ist der Salpetersäuregehalt schwankend. Wag folgende Tabelle; die Zahlen bedeuten Grammen im Liter:

	München.	Dorpat.	Berlin.	Leipzig.	Dresden.	Stetti
Minimum:	0,057	0,0012	0,006	0,065	0,043	0,02
Maximum:	0,310	0,8160	0,358	0,347	0,459	0,26

Nach Müller ist schon ein Gehalt von 0,004 Gramm Salpetersäure bedenklich als du unreinigung erzeugt. Die Salpetersäure kann im Wasser durch faulende organisc stanzen in Ammoniak zersetzt werden. Die Schwankungen im festen Rückstand der B wasser zu verschiedenen Zeiten sind sehr bedeutende, wie Schmidt für Dorpat f Wagner für München, Andere für andere Orte bestätigten.

Ein Liter Wasser des gleichen Brunnens ergab an **festem Rückstand** (Wag

1. April	0,56 Grm.
20. April	0,68 -
24. Mai	1,07 -
8. Juni	1,00 -
15. Juni	0,97 -
30. Juni	0,93 -
14. Juli	0,85 -
28. Juli	0,88 -
5. August	0,83 -
9. September	0,70 -

24. September	. . . .	0,65 Grm.
8. October	. . . . .	0,60 -
22. October	. . . . .	0,58 -

Bei vier anderen schlechten Brunnen fand er: 0,59 bis 8,26; 0,83 bis 2,01; 0,57 bis 1,11; 1,14 bis 1,68 Grm.

Wagner fand, dass bei nasser Witterung der Gehalt des Brunenwassers an festem Rückstand zu-, bei trockenem Wetter abnimmt. Es hat das darin seinen Grund, dass den Brunnen durch das zuströmende Regenwasser mehr Auslaugungsprodukte von Abfällen, Excrementen etc. zugeführt werden. Es zeigte sich, dass bei einer allgemeinen Zunahme der festen Bestandtheile des Wassers der Gehalt an Alkalien (vorwiegend aus Excrementen stammend) in einem ungemein rasch wachsenden Verhältniss steigt.

In Gegenden der Kalkformation stammt der Kaligehalt des Wassers zum Theil aus en thierischen und pflanzlichen Zersetzungsprodukten, deren Reste in das Wasser gelangen. [Zu]nahme an Kali ist dann ein Zeichen von zunehmender Beimischung derartiger Zersetzungsprodukte. Die Vergleichung der Beobachtungen Feuchtinger's mit denen Wagner's, welche [ze]itlich 10 Jahre aus einander liegen, zeigen, dass in diesem Zeitraum in München von 0 bis [zu] einer beträchtlichen Höhe der Kaligehalt des Trinkwassers gestiegen ist.

Es ist einleuchtend, wie wichtig die Kenntniss dieser Verhältnisse für den Arzt ist, der [a]llein schon dadurch, dass er schädliches Trinkwasser vermeiden lässt und für gesundes sorgt, [ei]ne Reihe von Krankheiten verhüten kann. In einem doppelten siebenjährigen Durchschnitt [erg]ibt sich, dass, seitdem 1859 die Copenhagener Wasserleitung vollendet ist, sich daselbst die [Tode]sfälle an typhoiden Fiebern, Scharlach, Skrophulose und Tuberkulose vermindert haben ([H]. Hornemann). Aehnlich günstig erscheinen die Wirkungen der Versorgung mit gesundem Trinkwasser in anderen Grossstädten.

Man ist geneigt, weil es für kleinere Ortschaften verhältnissmässig leicht ist, reines Trinkwasser zu verschaffen, dieser Bedingung der Gesundheit dort weniger Aufmerksamkeit als in grossen Städten zu schenken, doch liegt es auf der Hand, dass überall lokale Schädlichkeiten der schlimmsten Art gegeben sein können, die um so ungestörter und nachhaltiger einwirken, wenn sie nicht beachtet werden. Es ist überall eine der grössten Aufgaben der Ortsverwaltung, für reines, gesundes Trinkwasser zu sorgen. Der Arzt als Gesundheitsrath muss über die Grundprincipien der Frage im Klaren sein. — Es leuchtet ein, dass vor Allem darauf gesehen werden muss, dass die Anlage der Kloaken und Abflusscanäle nicht so erfolgt, dass sie ihren Inhalt durch den Boden in benachbarte Brunnen ergiessen können. Gehörige Entfernung beider ist das beste Mittel der Verhütung, im Nothfalle müssen die Wände der ersteren cementirt werden, was jedoch nicht absolut schützt. Die Versorgung der Städte mit Wasserleitungen von gesundem Quellwasser verhütet diese gefürchtete Verunreinigung. Bleiröhrenleitungen ertheilen dem Trinkwasser einen geringen Bleigehalt, wenn das Wasser nicht schwefelsauren Kalk führt, der das Blei als unlösliches schwefelsaures Blei niederschlägt. Nach v. Pettenkofer greifen alle »harten« Wasser, welche Kohlensäure und kohlensauren Kalk gelöst enthalten, das Blei weniger an. Man hat niemals von der Anwendung des Bleies zu Wasserleitungen nachtheilige Folgen gesehen, wenn das Wasser nicht mit der Luft in Berührung in den Röhren oder Reservoirs (cf. die Beobachtungen von Worms und Laverau auf der folgenden Seite) stagnirte. Eiserne Röhren werden um so mehr angegriffen, je mehr das Wasser Sauerstoff und Kohlensäure enthält, darum rosten sie in Quellwasser, das wenig Sauerstoff führt, weniger als in Fluss- und Regenwasser. Bildet sich mit der Zeit eine Kruste von Eisenoxydhydrat, so erschwert diese den Zutritt des Sauerstoffs zum Metall, daher führt das Wasser aus frischen eisernen Röhren mehr Eisen als aus alten. Ein geringer Eisengehalt des Wassers ist der Gesundheit mehr zuträglich als schädlich. Zink, das oft zu den Sammelbassins von Wasserleitungen angewandt wird, ertheilt dem Wasser, das längere Zeit mit ihm in Berührung steht, einen Zinkgehalt, der um so beträchtlicher wird, je reicher das Wasser an Chlorverbindungen ist. Ziurek fand in Wasser, das längere Zeit in einem Zinkreservoir

gestanden hatte, einen Gehalt von 1,0104 Gramm Zink im Liter. Er räth, die Zinkbassins m Ockerfarbe oder Asphaltlack anzustreichen.

Wir müssen stets mit gegebenen Grössen rechnen, so auch hier. Ist das Trinkwass schlecht und ungesund, und ist es nicht möglich, die hieraus hervorgehenden Schädlichkeit durch Herbeischaffung gesunden Trinkwassers zu vermeiden, so müssen Anstalten getroff werden, das vorhandene Wasser von seinen Verunreinigungen zu befreien.

Das Kochen des Wassers zerstört die schädlichen organischen Beimengungen, tre aber auch alle Luft aus und macht dadurch das Wasser unschmackhaft. Im Nothfall kan trotzdem Anwendung finden, wenn man es nach dem Erkalten einige Zeit mit Luft geschü hat oder nur offen an der Luft hat stehen lassen.

In Paris dient das Seinewasser fast ausschliesslich als Trinkwasser. Es muss, wie d anderer als Trinkwasser benutzter Flüsse, vor dem Gebrauche von den erdigen Bestandtheil die es enthält, gereinigt werden. Diese erdigen Bestandtheile, welche das Flusswasser fü sind von den Mineralbestandtheilen, die wir vorhin betrachtet haben, wesentlich zu un scheiden. Erstere bestehen der Hauptmasse nach aus Thon oder kohlensaurem Kalk und si ohne gelöst zu sein, im Wasser suspendirt, besonders nach starkem Regen- und Thauwet und setzen sich äusserst langsam ab. Abgesehen von diesen erdigen Beimischungen ist Flusswasser gewöhnlich weit ärmer an festen Mineralbestandtheilen als das Quellwasser, die Flüsse zum Theil durch Regenwasser gespeist werden, welches bei seinem raschen fluss keine Zeit hatte, eine grössere Menge jener Stoffe zu lösen. Die Loire bei Orléans e nach Guidaut nur 0,068 Grm. feste Stoffe im Liter Wasser; das Elbewasser bei Dre nach Petzholdt 0,300 Grm., während das Wasser z. B. des Kreuzbrunnens in Dresden Grm. feste Theile enthält. Die Reinheit des Quellwassers an aufgeschlemmten, erd Beimengungen, sowie sein Reichthum an gelösten Mineralbestandtheilen, welche es zu se Vortheil von dem Flusswasser unterscheiden, sind beide Folge des Filtrationsproce welchen es bei seinem langsamen Durchsickern durch den porösen Boden durchzumac hat. Hier werden ihm auch organische Beimischungen wenigstens zum Theil entzogen, dem sie jenen oben genannten Organismen als Nahrungsstoffe dienen.

Man ahmt bei dem Wasserreinigungsprocess diesen natürlichen Filtrationspro cess nach. In Venedig hat man filtrirende Cysternen, bei welchen das Regenwasser grossen wasserdichten, mit einer Thonlage belegten Gruben gesammelt wird, welche mit S gefüllt sind. In der Mitte geht durch den Sand ein Schacht nieder, welcher trocken gema und mit Oeffnungen im Mauerwerke versehen ist. Das aussen auf den Sand geleitete Wa sickert durch diesen in den Schacht, aus dem es durch Schöpfeimer, gereinigt und mit g lösten Mineralbestandtheilen geschwängert, gehoben werden kann. Die Reinigung d Flusswassers im Grossen geschieht auf ähnliche Weise, wie eben angegeben. Es wir Filterbeete geleitet, welche ohne Mörtel gemauerte Schachte enthalten, auf einem Leh grund aufstehend. Etwa 6′ hoch ist diese grosse »Lehmschüssel« zu unterst mit Geröll, d mit grobem, endlich feinem Sand gefüllt. Diese Schichten muss das Wasser durchsetzen, um die Schachte zu gelangen. In den Familien in Paris sind Filter gebräuchlich, welche einem Kasten bestehen mit doppeltem Boden. Der obere, auf den das zu filtrirende Was aufgegossen wird, besteht aus einem porösen Steine (grès filtrant genannt), der das Was klar durchsickern lässt, welches unten aus dem Behälter durch einen Hahn abgelassen werd kann. Um das Wasser nicht nur von seinen mechanisch beigemischten, sondern auch v seinen organischen Verunreinigungen zu befreien, dient am zweckmässigsten eine Filtrati durch Holzkohle, welche die Eigenschaft hat, riechende, faulende, faulig schmeckend Substanzen mit grosser Kraft den Flüssigkeiten zu entziehen und durch Oxydation zu ve ändern.

Bei dem Filtriren des Flusswassers im Grossen ist manchmal der Reinigungsprocess s sehr unvollkommen. In London liess es sich nachweisen, dass durch solches Trinkwas Choleraexkremente in die Häuser eingeschleppt wurden, welche die Krankheit wei verbreiteten. Der Stadttheil Londons, den die East-London-Company mit Wasser versorg

wurde 1866 vorzugsweise von der Cholera betroffen, und es wurde amtlich constatirt, dass die Gesellschaft in ihre Wasserwerke das Wasser des Leaflusses und eines stagnirenden Reservoirs, ohne es vorher zu filtriren, eingelassen haben. Der Berichterstatter schreibt das heftige Auftreten der Krankheit der Vermischung von Choleradejektionen mit dem Flusswasser zu. Französische Aerzte (LAVERAU und WORMS) sahen aus anderweitig verunreinigtem Wasser (aus lange ungereinigten Bleireservoirs) im Sommer lokale typhusähnliche Epidemien entstehen. Es ist dieses ein Beweis dafür, wie wichtig es ist, überall, wie das alte Rom es that, Quellwasser den Städten zuzuleiten. Für den Kopf bedarf man etwa für den Wasserverbrauch im Hause 25—30 Liter in 24 Stunden (von PETTENKOFER).

Man pflegt den Wasserfiltern in ihrem Inhalt, der im Kleinen wie im Grossen aus Schichten von gewaschenem Sand und grösseren Kieseln bestehen kann, auch etwa erbsengrosse Stücke von Kohle beizumischen, welche das filtrirende Wasser zugleich desinficiren. Will man nur den letzteren Zweck erreichen, so benutzt man Filter, welche das Wasser nur durch eine Kohlenschicht laufen lassen, wie sie von London her eingeführt sind.

Nicht nur die Verhältnisse des Wassers, welches wir trinken, sondern auch das im Boden, auf dem wir wohnen und leben, enthaltene Wasser hat Einfluss auf unsere Gesundheit. Auf sumpfigem Boden treten verschiedene Krankheiten besonders stark auf: z. B. Wechselfieber, Malaria. Der Wasserstand im Boden, den man an dem Wasserstand in Brunnenschachten messen kann: Grundwasser (v. PETTENKOFER), ist nicht nur an verschiedenen Orten, sondern auch an demselben Orte zu verschiedenen Zeiten sehr bedeutenden Schwankungen unterworfen. Mit diesen Schwankungen steigt und fällt nach PETTENKOFER die Disposition der Bewohner solchen Bodens für gewisse Krankheiten, die man als »Bodenkrankheiten« bezeichnen kann. Vor Allem sind es der Typhus, die Cholera und das Wechselfieber, nach RODER auch Ruhr, die in einem solchen Wechselverhältniss zu den Schwankungen des Grundwassers stehen. Für erstere Krankheit behauptet BUHL, dass bei epidemischem Auftreten derselben das Maximum der Sterblichkeit, also die Höhe der Krankheit mit dem tiefsten Stande des Grundwassers zusammenfällt. Das Wechselfieber zeigt sich bei dem höchsten Grundwasserstand, wenn wir also auf einem uns und unseren Wohnhäusern auf wenige Fusse nahegerückten unterirdischen See wohnen.

In Beziehung auf die Cholera sagen, vornehmlich auf PETTENKOFER's Untersuchungen gestützt, GRIESINGER, PETTENKOFER und WUNDERLICH:

Auf die örtliche und zeitliche Dispostion haben, nach dem gegenwärtigen Stande der Forschung, die Durchgängigkeit des Bodens für Wasser und Luft, dessen wechselnder Wassergehalt und die Imprägnirung mit organischen, stickstoffhaltigen verwesenden Stoffen den grössten Einfluss. — Ein für Wasser oder Luft nicht oder nur sehr wenig durchgängiger Boden (z. B. compacter Felsboden) zeigt sich für eine epidemische Entwickelung nicht oder nur sehr wenig empfänglich. — Poröser Boden oder auch Felsboden, der sehr zerklüftet ist, und dessen zahlreiche Klüfte bis zu einer grösseren Tiefe hinab mit geschlämmter imprägnirter Masse ausgefüllt wird, gewähren einen solchen Schutz nicht. — Wenn eine abnorme Durchfeuchtung der porösen, imprägnirten Bodenschichten vorausgegangen ist, und die Luft daraus längere Zeit hindurch und bis zu einer beträchtlicheren Höhe als gewöhnlich, durch Grundwasser verdrängt war, so begünstigt ein rasches Sinken desselben die epidemische Entwickelung der Cholera an solchen Orten. — Je imprägnirter eine Schicht mit organischen, verwesenden Substanzen ist, desto gefahrbringender wird das Zurückgehen des Grundwassers, falls der Keim der Cholera zu dieser Zeit eingeschleppt wird. — Das Zurückgehen des Grundwassers, das Austrocknen andauernd und stark durchfeuchteter Bodenschichten scheint das wichtigste Moment für die Zeit des Auftretens der Choleraepidemien zu sein. — In Flussthälern, in Mulden, dicht am Fusse von Abhängen (an Steilrändern) wirken diese drei Faktoren häufig im ungünstigen Sinne zusammen, diese Terrainform begünstigt namentlich die Bildung, Ansammlung, Stauung und Schwankung von Grundwasser. — Oertlichkeiten auf der Scheide zwischen zwei Mulden, Gegenden zwischen zwei Wasserscheiden zeigen durch-

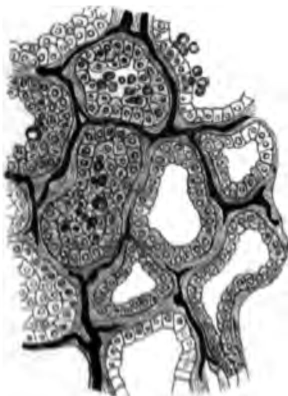
schnittlich eine viel geringere Empfänglichkeit. Es wird für den Arzt leicht sein, den hohen Nutzen, welchen die Bekanntschaft mit diesen Thatsachen für die Gesundheitspflege, Verhutung von Erkrankungen, Wahl des Platzes für Krankenhäuser und Wohnhäuser etc. ihm gewähren, im speciellen Falle auch wirklich daraus zu ziehen. (Ueber Grundluft bei Ventilation.)

Chemische Methoden. — Für den Arzt kann es sehr wünschenswerth sein, den qualitativen und quantitativen Nachweis organischer Stoffe in dem Trinkwasser zu führen. Der qualitative Nachweis wird durch Zusatz einiger Tropfen Goldlösung geführt. Je grösser die Menge der organischen Stoffe im Wasser ist, desto stärker ist der entstehende dunkle Niederschlag. Setzt man einige Tropfen einer (rothen) Lösung von übermangansaurem Kali oder Natron zu Wasser, das mit organischen Stoffen verunreinigt ist, so verliert sich die schöne rothe Färbung und es entsteht endlich ein brauner Niederschlag.

Die Menge der organischen Stoffe bestimmt man im Wasser nach Woods mit einer solchen Lösung von übermangansaurem Kali. Man wiegt 1 Gramm von dem trockenen Salz ab und löst es zu einem Liter in destillirtem Wasser. Man prüft diese Lösung mit titrirter Oxalsäurelösung (0,63 Gramm in 1 Liter Wasser); 10 cc dieser Oxalsäure werden mit 800 cc Wasser, dem man 2 cc einer starken Lösung von schwefeliger Säure zugesetzt hat, auf 60° C. erhitzt und dann die Lösung des übermangansauren Kalis zugesetzt. Ist die Oxalsäurelösung richtig angefertigt, so müssen gerade 13 cc Manganlösung entfärbt werden. Um mit der so bereiteten und geprüften Lösung die organischen Bestandtheile in Wasser zu bestimmen, misst man von letzterem 1 Liter ab, setzt 2 cc starker schwefeliger Säure zu, erhitzt auf 60° C. und tropft unter fortwährender Bewegung der Flüssigkeit (Schütteln des Glaskolbens oder Rühren in der Porcellanschale) die Manganlösung zu, bis eben die erste Spur einer rothen Färbung auftritt. Verschwindet diese Färbung nach $1/2$ Stunde wieder, so setzt man noch ein wenig Manganlösung zu, bis die Färbung $1/2$ Stunde unverändert bleibt. Von der verbrauchten Menge sind 0,24 cc abzuziehen, weil so viel zur bemerkbaren Färbung von 1 Liter Wasser erforderlich ist. 1 cc der Manganlösung wird durch 5 Milligramm organischer Substanz zerstört, danach die Berechnung. — Meist benutzt man als Maass der Verunreinigung den durch Verdunsten von 100 cc Wasser in einer Porcellanschale im Wasserbade erhaltenen und gewogenen Gesammtrückstand.

Die Milch.

Fig. 57.



Durchschnitt durch die Endbläschen der Drüse einer Amme, mit Blutgefässen.

Wir haben die Betrachtung des Wassers als des unentbehrlichsten Nahrungsmittels für die Erhaltung der Organismen vorangestellt. Wir schliessen daran die der Milch an, des Nahrungsmittels, auf dessen alleinigen Genuss die Natur den Menschen in seiner ersten Lebensperiode angewiesen hat, die also als natürlicher Typus eines vollkommenen Nahrungsmittels für die erste Lebensperiode betrachtet werden muss.

Die Milch ist das Sekret der Milchdrüse, zweier zusammengesetzter, traubiger Drüsen, welche im Wesentlichen mit den übrigen traubenförmigen Drüsen: Pankreas und Speicheldrüsen etc. übereinstimmen (Fig. 57). Nur beim Weibe nach vollendetem Puerperium ist ihr Gewebe vollständig ausgereift und functionstüchtig, und besitzt in diesem Zustand kolbig gestaltete Drüsenbläschen, welche an den

laden eines dendritisch ramificirten Gangwerks angebracht sind (LANGER). Die 5—20 Ausführungsgänge münden als feine Röhrchen, 2,2—4,3 mm weit, zeln an der Oberfläche der Brustwarze. Man bezeichnet jeden einzelnen als ilchgang, Ductus lactiferus, der im Warzenhofe je zu einem Säckchen, dem ilchsäckchen, anschwillt, welches mit einem verschmälerten Gange an der itze der Brustwarze ausmündet. Die Epithelien dieser Ausführungsgänge stehen aus vieleckigen, rundlichen Zellen, die in den weitesten eine walzenmige Gestalt annehmen. KÖLLIKER findet an den weiteren Canälen eine isse, feste, bindegewebige Haut, an der er keine Muskelfasern, nur elastische emente, nachweisen konnte. Nach LANGER besteht die Wand der Drüsenbläsen aus retikulärem Bindegewebe. Die zelligen, mit Kernen und Fortsätzen rsehenen Bestandtheile desselben bilden ein Körbchen, welches den Acinus grenzt und nach Entfernung des Drüsenepithels sichtbar wird. In den Drüsenlschen findet LANGER dieses Epithel einschichtig, im Grunde der Bläschen aus inen polyedrischen Zellen bestehend, die gegen den Ausführungsgang zu höher erden und dessen Lumen mitunter sehr verengern. Die Endbläschen vereinin sich zu kleinen Läppchen, die aber nie (LANGER) zu grösseren, den einzelnen sführungsgängen entsprechenden Lappen sich vereinigen. Das Drüsenstroma ellt einen ungetheilten bindegewebigen Körper dar, der sich peripherisch in ckeres Bindegewebe auflöst. Der Drüsenkern steht nur an der Brustwarze it der Haut in unmittelbarer Verbindung, sonst schiebt sich reichliches Fettwebe dazwischen, das am Warzenhofe durch eine mächtige Lage glatter skelfasern ersetzt ist.

Die Brustwarze besitzt selbst eine grosse Menge glatter Muskelfasern, e ihr die erektile Steifigkeit bei Hautreizen auf die hier sehr zarte Oberhaut theilen. Letztere zeigt sich in ihren tieferen Lagen gefärbt. Im Warzenhofe finden sich grössere Schweiss- und Talgdrüsen, welche oft sichtbare Höckerchen bilden.

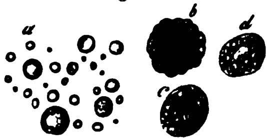
Die Nerven der Haut über den Milchdrüsen und der Drüse selbst stammen eim Menschen von den Supraclavicularnerven und von den Hautästen des weiten bis vierten oder sechsten Intercostalnerven (über die Innervation des ßgeneuters cf. unten).

Die Parenchymzweige der Blutgefässe schliessen sich nicht immer genau die Gänge an und vertheilen sich meist unabhängig von denselben. Die rüsenläppchen sind von einem reichen Capillarnetz umsponnen, in dessen ndlichen oder eckigen Maschen die Drüsenbläschen eingeschoben sind. Das apillarnetz jedes Drüsenbläschens stellt ein in sich geschlossenes Ganze dar, s nur durch kleine Arterien und Venen mit dem der benachbarten Läppchen mmunicirt (LANGER). Die Venen des Warzenhofs anastomosiren ringförmig ircalus Halleri).

Die vollkommene Thätigkeit der Milchdrüse, die Absonderung er Milch, ist bei dem menschlichen Weibe auf die Zeit nach der Geburt, vom und 4. Tage an, beschränkt. Nur dann ist wie gesagt die Drüse in einem dium vollkommener Entwickelung, welche auch mit einer Grössenzunahme r Hülfsorgane, auch der Brustwarze verknüpft ist. Bei dem Manne ist die rüse im späteren Lebensalter meist ganz verkümmert, doch kann sie in seltenen Fällen auch die Fähigkeit der Milchabsonderung erlangen, wie von aner-

kannten Forschern (A. von Humboldt u. A.) berichtet wird. In ihrer
enthält die weibliche Brustdrüse nur einen zähen Schleim, welchem
abgestossene Epithelzellen beigemischt sind. Während der Schwan
beginnen die Epithelzellen der Drüsenbläschen sich zu vergrössern,
immer mehr und mehr Fetttröpfchen in sich an, die endlich die Enc
der Drüse vollkommen ausfüllen. Dabei bilden sich neue Epithelzellei
schliesslich die älteren mit Fett erfüllten Zellen morphologisch verär
gestossen und in die Milchgänge hereingetrie
den, aus denen sie sich in der zweiten H
Schwangerschaft gemischt mit einer gelblicl
sigkeit als Kolostrum hervorpressen lass
Kolostrum ist noch keine wahre Milch. Es ze
dem Mikroskope die veränderten fetthaltigen
zellen, Kolostrumkörperchen, auch l
chen aus dem Zellinhalt frei in der Flüssig
herschwimmend (Fig. 58). Nach den Ang
Stricker bestehen die Kolostrumkörperchen
lenlosem, contractilem Protoplasma, das d
schlossenen Fetttröpfchen aktiv hervorpresst. Mit dem Saugen des K
der Brust nimmt die Thätigkeit in den Milchdrüsenbläschen mit einem
zu. Nach den ersten drei bis vier Tagen des Stillens hat die Drüsenabs
den Charakter der reifen Milch angenommen. Die wahrscheinlich
fort in den Drüsenbläschen entstehenden fetthaltigen Zellen zerfallen w
in den Milchgängen, so dass die Fettkügelchen frei werden und in d
flüssigkeit umherschwimmen, hier und da hängen einige noch fester zu
so dass sie an das Bild der Kolostrumkörperchen erinnern. Die Milc
kann im Allgemeinen betrachtet werden als eine fettige Metamorp
Epithelzellen der Milchdrüse. Sie schliesst sich der Bildungsweise c
talges in den Talgdrüsen an, an welche auch die Entwickelungsgescl
Drüse anreiht.

Fig. 58.



Formelemente der Milch, 350 mal vergr. *a* Milchkügelchen, *b* Kolostrumkörper, *c d* Zellen mit Fettkügelchen aus dem Kolostrum, die eine (*d*) mit einem Kerne.

Man könnte nach Stricker für die Bildung der fertigen Milch ein Au
der Fetttröpfchen und Milchflüssigkeit aus dem Protoplasma der Drüsenz
nehmen, die nun nicht mehr losgestossen werden. Es würde das mit
gegebenen Darstellung der Entstehungsweise der Drüsensekrete zu
stimmen. Dafür scheint auch zu sprechen, dass nach Langer die Drüser
von Wöchnerinnen, die bald nach der Entbindung gestorben sind, nur
Milchkügelchen enthalten, welche mitten zwischen den dicht zusa
drängten Epithelzellen eingelagert sind (cf. Fig. 57). Bei säugendei
finden sich auch in den noch festhaftenden Epithelzellen Fettbläschen.
beschreibt festsitzende (eingereihte) Epithelzellen mit mehreren kleii
tröpfchen, andere mit einem Kern, der sich halbmondförmig um einen g
Fetttropfen herumgelagert hat. Enthielten diese festsitzenden Zellen
Fettbläschen, so lagen diese gegen das Lumen des Drüsenbläschens,
der Zelle dagegen gegen die Wand zugekehrt. Die Zelle kann so
die Fetteinlage aktiv auspressen, ohne dass sie dadurch zu Grunc
müsste.

Mit Entwickelung der Milchsekretion tritt auch bei sonst ganz g

Frauen eine grössere oder geringere Temperaturerhöhung: Milchfieber ein, die man von der Stauung der Milch in den Milchcanälen ableiten will (J. Schramm). Bei Entleerung der reichlich angesammelten Milch tritt ein Absinken der Temperatur ein. Mit dem Abgewöhnen des Säuglings kehrt meist wieder Anschwellung der Drüse und damit Temperaturerhöhung zurück.

Die Bildung der Milch wird durch den mechanischen Reiz, den das Saugen des Kindes ausübt, gesteigert. Es scheint sonach dieser Vorgang nicht von der Einwirkung des Nervensystems unabhängig zu sein. Doch ist nach den Experimentalergebnissen Eckhard's die Milchsekretion von dem Einflusse wenigstens der cerebrospinalen Nerven unbeeinflusst. Nach deren Durchschneidung bei Ziegen geht die Sekretion ungeschwächt fort. Nach demselben Forscher gehen auch mit den Gefässen Nerven zur Drüse, die wahrscheinlich den sympathischen zuzurechnen sind. Auch Langer fand im Drüsenparenchym Nerven auf, die er bis an die Grenze der Drüsenbläschen verfolgte. Nach Röhrig wird das Euter der Ziege innervirt und dessen Absonderung beeinflusst von zwei Ästen des N. spermaticus externus. Alles was den arteriellen Blutdruck im Allgemeinen steigert, steigert bei Ziegen auch die Milchabsonderung, während letztere vermindert wird durch alle Einflüsse, welche den arteriellen Blutdruck im Allgemeinen herabsetzen. Röhrig beobachtete auch durch medicamentöse Einwirkungen Beeinflussung der Milchabsonderung: Jaborandi steigert, Chloralhydrat vermindert sie am stärksten.

Die Entleerung der Milch aus der Drüse geschieht nur zum geringsten Theil bei reichlicher Milchbildung durch den Druck des nachrückenden Sekretes selbst, gewöhnlich geschieht sie durch das Saugen des Säuglings, durch Verminderung des Luftdrucks an den Mündungen der Milchgänge, der auch bei künstlicher Entleerung verwendet wird (Milchpumpe). Die beste Milchpumpe sind die Lippen des Menschen. Vielleicht tragen die reichlichen glatten Muskeln der Drüse mit zu der Ausscheidung bei. Zum Theil dienen diese zur Erektion der Brustwarze, auf die nach Eckhard die oben genannten cerebrospinalen Nerven von Einfluss sind; die Erektionsfähigkeit erlischt mit dem Durchschneiden derselben.

Die während der Säugezeit in 24 Stunden abgesonderte Milchmenge schwankt in ihrer Quantität bei dem menschlichen Weibe sehr bedeutend. Als Durchschnittszahlen kann man etwa 500—1500 cc als die Sekretionsgrösse beider Brüste in einem Tage annehmen.

Die reife Milch besteht aus einer Flüssigkeit, dem Milchplasma, und unzähligen in diesem schwimmenden, runden, das Licht stark brechenden Milchkügelchen. Diese charakterisiren sich schon durch ihr Aussehen als aus Fett bestehend, und geben der Milch ihre weisse Farbe und Undurchsichtigkeit. Man nahm früher an (Schwalbe, Brücke, Hoppe-Seyler u. A.), dass sie mit einer zarten Eiweisshülle umgeben oder ein Gemisch von Eiweissstoff und Fetten seien, eine Ansicht, welche gegenwärtig bestritten wird (Soxhlet u. v. A.).

Die Milchflüssigkeit ist eine Lösung einer geringen Menge verschiedener organischer Salze mit einer grösseren Menge Milchzucker, Caseïn und geringen Mengen von Albumin. Nach Tolmatscheff enthält die Milch auch Lecithin. Unter den Extraktivstoffen fand Lefort Harnstoff, Kommaille

Kreatin resp. Kreatinin. Ausserdem enthält die Milch Gase: Kohle säure, Sauerstoff, Stickstoff. Die anorganischen Salze bestehen v zugsweise aus phosphorsauren Verbindungen von Kali und Ka Die Milch reagirt frisch alkalisch oder neutral, selten schwach sauer. Vo fand, dass frische Milch neutrale Lacmuslösung in der Regel schwach röthl färbt, die Farbe geht aber beim Stehen an der Luft wieder in Blau über. scheint das auf dem Gehalt der Milch an Kohlensäure, welche beim Stehen der Luft entweicht, zu beruhen. Die Zusammensetzung der Milch ist bei v schiedenen Säugethieren zwar quantitativ, aber nicht wesentlich qualitativ v schieden, doch mischen sich der Milch die specifischen, riechenden Stoffe thierischen Hautabsonderung bei, welche sehr wesentliche Unterschiede in ruch und Geschmack verursachen. Der Geschmack der Milch ist mehr o minder angenehm süss, was von dem grösseren oder geringeren Gehalt an Mil zucker herrührt.

Die Fette der Milch sind von der Kuhmilch genau untersucht. Heintz f in derselben die Glyceride der Butinsäure, Stearinsäure, Palmiti säure, Myristinsäure und Oelsäure.

Die flüchtigen Fettsäuren, welche die Analysen der Butter ergeben — nach Chevr Caprin-, Capryl-, Capron- und Buttersäure (Essigsäure, Ameisensä nach Wein)— sind wohl nur zum geringen Theil namentlich in der Ziegenmilch als normale mischungen zu betrachten, meist sind sie Zersetzungsprodukte, die durch die chemi Analyse oder durch den Process des Ranzigwerdens entstanden sind. Dieser beruht einer Oxydation des Glycerins, welches in Acrolein C_3H_4O = Acrylaldehyd, welches bei der trocknen Destillation und dem Anbrennen der Fette entsteht und den dabei wah nommenen widrigen, stechenden Geruch erzeugt, und Ameisensäure zersetzt wird; Fettsäuren werden ebenfalls höher zu den genannten flüchtigen Säuren oxydirt. Dieser Z setzungsvorgang wird durch die Zersetzung der Eiweisskörper der Milch eingeleitet. Di Ansicht glauben wir auch aufrecht halten zu dürfen, nach den Beobachtungen von Hei nach welchen die Menge der flüchtigen Fettsäuren in den Milchfetten eine sehr konstante

Kehrer fand in den Milchdrüsenzellen säugender Kaninchen öfters zwei Kerne, wa auf Zellenvermehrung deutet.

Die Milch entsteht in oder aus den Drüsenzellen der Milchdrüse in der oben angedeut Weise. Sie ist nicht sowohl ein Transsudat als eine directe Zellenproduktion, was für das mikroskopisch nachgewiesen erscheint. Der Reichthum an Kalisalzen und Phosphors der die Milch von allen anderen normalen Sekreten unterscheidet, zeigt, dass sie als »verflüssigtes Organ« aufgefasst werden muss. Ueber den Ursprung des Eiweisses Caseïns aus dem Eiweiss des Zellenprotoplasma kann kein Zweifel herrschen, daher sta auch das Lecithin. Daenhardt schreibt der in der Lactationsperiode befindlichen Milchd ein Caseïn bildendes Ferment zu, welches aus Eiweisslösungen Caseïn zu bereiten ver (J. C. Lehmann, Kemmerich). Ueber den Ursprung des Fettes und der Kohlehydrate sind Meinungen noch sehr getheilt. In der letzten Zeit neigt sich eine Reihe von Beobachtern Meinung zu, dass die Fette der Milch wenigstens theilweise aus Albuminaten entstehen, dies Ansicht, die auch für die Fettbildung überhaupt ausgesprochen wird. Die Kohlehyd scheinen zum Theil mit Transsudation aus dem Blut zusammen zu hängen, da bei reichlic Zuckergenuss der Zuckergehalt der Milch steigt; doch ist nicht zu vergessen, dass Mil zucker nur in der Milch normaler Weise gefunden wird, er sonach auch ein Produkt Milchzelle ist. Einige in der Nahrung genossene heterogene Substanzen sollen in die M übergehen, z. B. Jodkalium und Bromkalium.

Die praktischen Versuche der Landwirthe haben es mit aller Sicherheit erwiesen,

die Art und Menge der Nahrung Einfluss auf die Menge der Milchabsonderung habe, doch ist dieser Einfluss, solange nur die Thiere keinen Mangel leiden, nicht so gross, als man denken könnte. Schon BECQUEREL behauptete, dass die Menge der Nahrung mehr Einfluss habe als die Qualität. Durch alle bisherigen Beobachtungen ist erwiesen, dass, je mehr Flüssigkeit die Milch-Thiere zu sich nehmen, der Milchertrag um so reicher werde, und zwar ohne dass die Qualität der Milch sich einem etwa vermutheten Wässerigwerden entsprechend verschlechtert, verdünnt zeigte. Es wirkt jede Wasseraufnahme in diesem Sinn, mag sie nun durch wasserreiches Futter: Grünfutter, Schlempe etc. erreicht werden, oder dadurch, dass man den Thieren durch Salz in der Nahrung den Durst zu Wasser steigert (DANCEL). Kühe, welche bei trockener Stallfütterung 10—14 Liter Milch gaben, lieferten dann 14—16 Liter ohne Verschlechterung. Es ist diese Thatsache allen Milchviehbesitzern geläufig. Dadurch gewinnt der reichliche Flüssigkeitsgenuss (Bier) bei stillenden Müttern, Ammen eine hohe Bedeutug auch in ärztlicher, hygieinischer Beziehung.

Nach den Untersuchungen von THOMSON und den unter PFLÜGER's Leitung von SSUBOTIN und KEMMERICH gemachten Experimentalbeobachtungen scheint jedoch auch die Qualität der Nahrung nicht ohne Einfluss auf die Milchproduktion. Merkwürdiger Weise kann durch reichlichen Fettgenuss die Milchsekretion (bei Hunden) ganz oder fast ganz unterdrückt werden. Bei Fleischnahrung (N-haltiger Kost) dagegen nimmt im Vergleiche zu vegetabilischer Nahrung die Menge der Milch bedeutend zu und der Gehalt an festen Bestandtheilen, namentlich an Fetten, weniger an Caseïn, ist erhöht. Der Albumingehalt der Milch, der bei der Hündin nicht unbedeutend ist, bleibt dabei ziemlich constant, der Zuckergehalt sinkt etwas.

Nach den älteren Angaben G. KÜHN's haben sehr verschiedene Futterarten bei Kühen nur einen Einfluss auf die Milchmenge und deren Gesammtconcentration, ohne deutliche constante relative Vermehrung oder Verminderung einzelner fester Bestandtheile. Neuerdings hat er jedoch in den Palmkuchen, welche nach LEHMANN sehr reich an Fettsäuren sind, ein Futter zur Buttervermehrung aufgefunden.

Andererseits hat man, wie gesagt, aus den Versuchen über die Bildung der Fette in der Milch geschlossen, dass letztere aus Eiweissstoffen hervor gehen (VOIT, FLEISCHER, STOHMANN u. A.) LEHMANN fand bei verhältnissmässig geringem Stickstoffgehalt des Futters bei Ziegen bei geringer Vermehrung oder Verminderung des Futtereiweisses ein entsprechendes Ansteigen oder Abfallen des Fettgehaltes der Milch, Schwankungen, die sich bei einem an sich eiweissreichen Futter nicht zeigen. LEHMANN zeigte an Kühen, dass in der Zusammensetzung der Milch individuelle, d. h. Racenunterschiede bei genau gleicher Fütterung und Pflege vorkommen, so dass die einen absolut mehr Butter (Shorthorns), die anderen (Holländer) mehr Käsestoff, Milchzucker, Salze liefern. Aehnliches behauptet man, wie es scheint grossen Theils mit Unrecht, von den Menschenracen. Alter und »Constitution« hat bei Frauen keinen constanten Einfluss auf die Zusammensetzung der Milch. Bei der Menstruation soll die Milch reicher an festen Stoffen werden. HOPPE-SEYLER fand, dass sich in stehender Milch auf Kosten der Albuminate das Fett vermehrte, so dass also auch hier noch ein Uebergang der Albuminstoffe in Fett stattfände. SSUBOTIN hat die Fettvermehrung in stehender Milch ebenfalls constatirt, die in 36 Stunden fast 1% der Gesammtfettmenge betragen kann. Nach KEMMERICH geht die Fettbildung aus Albuminaten unter der Mitwirkung von Pilzen nur in frischer Milch vor sich. Gekochte Milch verliert dagegen durch Oxydationsprocesse (HOPPE) beständig Fett. Ueber Fettbildung im Organismus im Zusammenhang mit der Ernährung folgt weiter unten das Nähere. In der stehenden frischen Milch bildet sich das Albumin in Caseïn um, ebenso durch Kochen (KEMMERICH).

Die Milchmenge wird durch körperliche Bewegung und andere Veränderungen in den Lebensbedingungen und Sinneseindrücken (z. B. Stallwechsel) vorübergehend oder dauernd beträchtlich vermindert.

Nach PLAYFAIR ist der Fettgehalt der Milch bei reichlicher Stallfütterung und Ruhe

grösser als bei starker Bewegung auf der Weide; das Vieh, welches auf armer We umherziehen muss, um sein Futter zu finden, liefert käsestoffreichere Milch.

Die erste Milch, die man im Euter findet, bevor das Kalb gesaugt hat, das Kolos ist etwa 5 mal reicher an Käsestoff als die nachfolgende.

Die bei demselben Melken später aus dem Euter gezogene Milch ist nicht unbed an Fettgehalt reicher als die ersten Portionen. Nach SCHÜBLER, der 5 Portionen ge untersuchte, stieg der Rahmgehalt von 5 : 8 : 11,5 : 13,5 : 17,5 %. Aehnlich ist es b säugenden Weibe. Die Morgenmilch enthält weit weniger Fett als die Abendı Das Verhältniss ist etwa wie 0,7 : 1,7. Bei Kühen ist die Sommermilch butterreiche

Das Blauwerden der Milch rührt, wie man bisher annahm (FUCHS), von cyanogenus, die falsche gelbe Farbe derselben von einem ähnlichen organisirten Wes Nach den Untersuchungen von ERDMANN beruht die blaue Farbe auf dem Auftreten von blau, entstanden aus dem Käsestoff der Milch durch Vermittelung von Vibrionen. B sucht die Ursache in einem Byssus. Nach H. HOFFMANN und FÜRSTENBERG ist die l derselbe Pilz: Penicillium glaucum, welcher in gesunder Milch nur die saure Gährui vorruft. Den besonderen Einfluss suchen sie sonach in der krankhaften (?) Veränderı Milch selbst. Der Genuss blauer Milch ist für Kinder gesundheitsschädlich mit dei ptomen der Diarrhöen, Abmagerung etc. (F. MOSLER).

Den Untersuchungen von CLEMM, SIMON, HAIDLEN, A. SCHUKOWSKY u. A. zu Folge die Milch gesunder Frauen im Durchschnitt in 1000 Theilen Milch:

Wasser	883,66
Caseïn und Albumin	29,11
Butter	35,64
Milchzucker	48,14
Salze (und Extractivstoffe)	2,42

Mit der Dauer des Säugens verändert sich nach VERNOIS und BECQUEREL die Z mensetzung der reifen Frauenmilch. Der Caseïn- und Buttergehalt steigt bi 2. Monat nach der Geburt, bleibt dann bis zum 10. Monat constant und beginnt von d sinken; der Buttergehalt sinkt dagegen schon im 5.—6. Monat. Umgekehrt sinkt der Z gehalt bis zum 1. Monat, bleibt von da bis zum 8.—10. Monat constant und sinkt dan anorganischen Milchsalze vermehren sich in den ersten 5 Monaten und sinken dann i Menge ab. STOHMANN sah bei Ziegen den Buttergehalt mit der Zeit der Lactation (5 M im Allgemeinen sinken, den Caseïngehalt namentlich in der späteren Zeit bedeutend ans

Die Milch der Säugethiere, welche zur Milchgewinnung verwendet werd quantitativ von verschiedener Zusammensetzung als die der Frauen. Sie enthalten im im Durchschnitt mehr feste Bestandtheile, unter denen der Zuckergehalt etwas zurü während sich ein höherer Gehalt an Butter und Albuminaten zeigt. Die Milch der St pferde- und Eselstuten ist dagegen der Frauenmilch sehr analog gemischt, sie enthal Gegensatze zu den anderen Milchsorten mehr Milchzucker.

In 1000 Theilen Milch sind im Durchschnitt

	Albuminate:	Milchzucker:
in der Frauenmilch	28,11	48,14
Kuhmilch	54,04	40,37
Ziegenmilch	46,59	40,04
Schafsmilch	58,42	40,98
Eselsmilch	20,18	59,00
Stutenmilch	16,41	80,00?

Unter den anorganischen Bestandtheilen der Milch überwiegen die Kal Natronverbindungen bedeutend, überdies findet sich unter ihnen ein ziemlich gross theil an phosphorsaurem Kalke. Nach WILDENSTEIN ist die Asche der Fraue quantitativ folgendermassen zusammengesetzt in 100 Theilen:

Chlornatrium	10,72
Chlorkalium	26,33
Kali	21,44
Kalk	18,78
Bittererde	0,87
Phosphorsäure	19,00
phosphorsaures Eisenoxyd	0,21
Schwefelsäure	2,64
Kieselerde	Spur

weinemilch (CAMERON) 6 Tage nach dem Wurf sp. G 1,041. 81,8% Wasser, 5,3 Caseïn und Eiweiss, 6,07 Milchzucker, 0,83 Salze. Die Milch des Hippo- s (GANNING) enthält 90,43% Wasser, 4,51 Fett, 4,4 Milchzucker und Eiweisskörper, e.

SON hat Milch rinderpestkranker Kühe untersucht. Er fand in 1000 Theilen: 2,6—14,9; Zucker 16,4—31,4; Caseïn 50,2; Albumin 20,6; Salze 18,5.

Kuhmilch zeigt eine entsprechend ihrem höheren Eiweissgehalt grössere Phos- emenge bis 29% der Gesammtasche (WEBER). Im Uebrigen ergeben die vorhandenen der Milchaschen keine bedeutenden Differenzen.

Milch enthält in ihrer Flüssigkeit stets eine bestimmte Menge der im Organismus hen Gase gelöst, wie sich solche in allen Parenchymsäften vorfinden. F. HOPPE- ntersuchte dieselben in der Ziegenmilch; er fand, dass sie der Hauptmenge nach aus säure bestehen. In einer gelungenen Analyse fand er

in 100 Volum Gas:

Kohlensäure	55,15 Vol.
Stickstoff	40,56 -
Sauerstoff	4,29 -

GER fand in einem Versuche:

Kohlensäure, ausgepumpt	0,09 Proc.
- durch Phosphorsäure ausgetrieben	7,40 -
Stickstoff	0,20 -
Sauerstoff	0,80 -

gieinische Bemerkungen. — Man hat geglaubt, die Zusammensetzung der Milch als ndtypus aller Nahrungsmittel aufstellen zu müssen. Man glaubte, dass ihr Verhältniss elnen Nahrungsstoffe: Albuminate, Fette, Zucker, Salze zu einander die Idealmischung welcher sie am besten zur Ernährung des Organismus dienen könnten. Wir werden ren Betrachtungen sehen, dass davon keine Rede sein kann, da es überhaupt unmög- dass eine Nahrungsmittelmischung für alle Körperzustände allein zuträglich sei. sich ergeben, dass jedes Alter, jede Beschäftigung, jeder Körperzustand seine eigene verlangt. Doch darf man über diese allgemeine Wahrheit nicht übersehen, dass der Mutter unstreitig für den kindlichen Körperzustand die beste Nahrungs- darstellt, welche kaum durch eine andere künstliche vollkommen ersetzt werden

ist hier die Thatsache zu beachten, dass bei dieser Normalkindernahrung Fette und drate neben dem Eiweissstoffe sehr reichlich vertreten sind, etwa 10 Theile Albuminate heile Fett und 20 Theile Zucker. Wir werden später finden, dass eine solche Nah- schung zum Stoffansatz im Organismus sehr tauglich ist, vorzüglich wenn von dem weniger Muskelarbeit gefordert wird. Sehr auffallend ist in der Zusammensetzung asche der hohe Gehalt an phosphorsaurem Kalke, der zum Aufbau des nach der Ge- h erstarkenden Knochengerüstes nothwendig ist. Dieser Stoff ist an das Caseïn ge- Das Caseïn selbst ist eine Alkaliverbindung, woher der hohe Gehalt der Milch an

Alkalien rührt. Sie machen das Caseïn, welches sich im Wasser nur sehr wenig löst, d leicht löslich.

Wenn wir von der Milch als dem Normalgemische der Nahrungsstoffe eines kindlic Organismus gesprochen haben, so bezog sich dieses für den Menschen nur auf die Frau milch. Wo diese für die Ernährung des Kindes mangelt, kann dafür die Milch der Hausth nicht ohne Weiteres mit dem gleich günstigen Erfolge angewendet werden. Die Milch Kühen und Ziegen unterscheidet sich quantitativ nicht unbedeutend von der Frauenmi namentlich ist sie weit fettreicher und das Caseïn der Kuhmilch ist weit weniger löslich du die Verdauungsflüssigkeit des Magens als das der Frauenmilch. Diese Unterschiede erkl die Erfahrung, dass Kuhmilch von Säuglingen oft nicht vertragen wird. Um sie der Frau milch ähnlicher zu machen, muss der gewöhnlich als Ersatz der Muttermilch dienenden K milch, da sie caseïn- und butterreicher ist, Wasser zugesetzt werden mit etwas Zu (Milchzucker), um den geringeren Gehalt an letzterem zu beseitigen. Dasselbe ist für Ziegenmilch, die der Kuhmilch nahe steht, nothwendig.

Freiwillige Milchveränderungen. — Die Milch nimmt bei dem Stehen in der begierig Sauerstoff in sich auf und scheidet dafür Kohlensäure aus (Hoppe). Vorzüg leicht und rasch bei etwas hoher Temperatur wird die Milch, welche frisch meist alka reagirt, sauer. Es bildet sich aus dem Milchzucker durch Umlagerung seiner Elem Milchsäure, wozu nach Hoppe keine Sauerstoffaufnahme der Milch erforderlich ist. In F dieses Auftretens einer freien Säure in der Milch finden nun Zersetzungen in ihren Best theilen statt. Vor Allem wird die Alkaliverbindung des Caseïns getrennt, das Caseïn sch sich als eine dicke Gallerte, Käse, ab, welche nach einigem Stehen eine helle, durchsich grünlich gefärbte Flüssigkeit, Molken, saure Molken auspresst. Die Milchkügel werden von dem geronnenen Caseïn eingeschlossen. Die Milch gerinnt durch Zusatz j Säure, Essigsäure und Weinsäure lösen aber im Ueberschuss zugesetzt das gefällte Ca Die Milchgerinnung durch Lab (die getrocknete etc. Schleimhaut des Labmagens Kalb) erfolgt bei alkalischer Reaction. Heintz und A. Schmidt nehmen ein Ferment in Labmagenschleimhaut an, welches das Caseïn in wenigstens 2 verschiedene Eiweisskö spalten soll: Käse, der herausfällt, und das gelöst bleibende Molkeneiweiss (Ham stein). Der durch Lab gefällte Käse soll von dem freiwillig (durch Milchsäure etc.) a schiedenen Caseïn verschieden sein, namentlich Lösungsmitteln und dem Magensaft ge über. Die durch Lab geronnene Milch liefert süsse Molken. Wir wissen, organische Zersetzung bei einer Temperatur von 100° C. stillstehen und für längere kürzere Zeit unterbrochen werden kann. So erklärt sich der Erfolg des Absiedens Milch, welches diese auch im Sommer für längere Zeit vor dem Sauerwerden schützen k wenn man das Erhitzen wenigstens einmal in 24 Stunden wiederholt. Auch eine nie Temperatur wirkt in demselben Sinne. An Stelle des früher angewendeten hermetischen abschlusses von gekochter Milch in Blechbüchsen, wodurch man für Seereisen die Mil konserviren suchte, hat man nun ein Eindicken der frischen Milch durch das Vacuum Zusatz von Zucker als das beste Mittel zur Erhaltung der frischen Milch kennen gelernt. »kondensirte Schweizermilch« sowie die Produkte der Anglo-Swiss Condensed Co. in Chamm (E. Wein) entsprechen allen Anforderungen und werden für Kinderernäh Truppen etc. vielfach mit bestem Erfolg verwendet. Man löst für kleine Kinder 1 Kaffee in 1 Schoppen kalten Wassers und kocht dann die Lösung. Man hat beobachtet, das Milch in Zinkgefässen längere Zeit, ohne sauer zu werden, gehalten werden kann. Es ruht dieses auf einer chemischen Verbindung von Milchsäure mit dem Zink. Es erklären aus ihrem Vorhandensein in der Milch die Vergiftungssymptome, welche manchmal so l nach Milchgenuss auftreten oder nach Genuss von Speisen, zu deren Bereitung Milch ge welche längere Zeit in Zinkgefässen gestanden hatte, wie sie von Zuckerbäckern hier da benutzt werden. Die Gerinnung der Milch wird auch durch einen sehr geringen Z von doppelt kohlensaurem Natron verzögert, wozu schon $^1/_{1000}$ genügt. I

Zusatz ist der Gesundheit vollkommen unschädlich und verändert den Geschmack der Milch nicht merklich. $^1/_{5000}$ Salicylsäure hält trotz Sommertemperatur die Milch 8 Tage lang frisch. Sommerwärme beschleunigt die Milchgerinnung.

Milchverfälschung, giftige Milch, Milchanalysen. — Die Milch wird in grossen Städten, wo ihr Preis sehr hoch ist, Gegenstand vielfältiger Verfälschungen. Die gewöhnlichste ist Wasserzusatz, manchmal bis zur Hälfte. In Paris war schon vor der Belagerung das, was als gewöhnliche Milch verkauft wurde, abgerahmte Milch mit einem Zusatz von $^1/_4$, $^1/_3$ bis zur Hälfte Wasser. Rahm ist dort die Milch in natürlichem Zustande. Weitere Zusätze zu verdünnter Milch werden dazu gemacht, um sie wieder dickflüssiger zu machen. Mehl, Stärke, Eigelb, Hanfsamenemulsion sind zu leicht an ihrem Verhalten zu erkennen, als dass sie in grösserem Maasse in Anwendung gebracht werden könnten. Dagegen sollen zu diesem Zwecke Reiswasser, Kleien und Gummiwasser vielfältiger verwendet werden. Noch eine andere, originelle Fälschung erwähnt KNAPP; sie besteht in Beimischung von feinzerriebenem, von seinen Häuten befreitem Hammelgehirn, wodurch der Milch scheinbar ein hoher Rahmgehalt ertheilt wird. Das Mikroskop gibt über diese Verfälschungen sogleich Aufschluss, indem es die Stärkekörnchen, die zerquetschten Nervenfasern etc. nachweist.

Die städtischen Milchkuranstalten (V. CNYRIM) unter Leitung von Aerzten bürgen gegen Verfälschungen.

Heftige Gemüthsaffecte sollen bei Frauen einen Einfluss auf die Milchabsonderung haben, so dass die Milch dem Säugling schädlich, ja tödtlich werden könne.

Nach M. W. TAYLOR und E. BALLARD kann das Typhuscontagium durch Milch verschleppt werden. Die Milch stand bei diesen Beobachtungen in einem Typhuskrankenzimmer; das Weib, welches Typhuskranke pflegte, hatte die Kühe gemolken. In 7 Familien, in einem zweiten Fall in 67 Häusern, welche zur Kundschaft der betreffenden Milchwirthschaft gehörten, brach Typhus aus. Auch für das Scharlachcontagium behaupten sie das Gleiche.

Die Milch kranker Kühe ist gesundheitsgefährlich. A. C. GERLACH hat gezeigt, dass durch Fütterung mit Milch perlsüchtiger Kühe diese Krankheit auf verschiedene Thiere, also auch wohl auf den Menschen übertragen werden kann. Die Perlsucht ist dem Wesen nach mit Tuberkulose identisch. Für die Kinderernährung ist das um so bedenklicher, da in den städtischen Milchwirthschaften oft 50 % der Kühe perlsüchtig sind; das Abkochen vermindert die Gefahr.

Zur Erkennung des Wasserzusatzes dienen die Milchproben. Zur Bestimmung des Rahmgehalts dient das Cremometer von DINONCOURT und QUEVENNE: eine 14 cm hohe Röhre mit Fuss und Gradeintheilung, in welcher man die frische Milch 24 Stunden kühl stehen lässt. Gute Milch soll 10 Volumprocente Rahm aufwerfen. Die von DONNÉ angegebene optische Methode nimmt die Menge des in der Milch enthaltenen Fettes zum Anhaltspunkt; er bestimmte, welche Dicke die Milchschicht haben müsse, bei der eben das Licht einer hinter ihr befindlichen Kerzenflamme nicht wahrgenommen wird. Diejenige Milchsorte enthält am wenigsten von dem undurchsichtigen Fett, von welcher man die dickste Schicht einschalten muss. AUG. VOGEL hat diese Methode dahin abgeändert, dass er bestimmte, wie viel er Milch zu 100cc Wasser zusetzen musste, um eine Flüssigkeitsschicht von 0,5 cm Dicke (in einem Glaskästchen) eben undurchsichtig zu machen. Nach HOPPE-SEYLER gewinnt die Bestimmung an Sicherheit durch das umgekehrte Verfahren. Er benutzt ein Glaskästchen, dessen Gläser 1 cm von einander abstehen. Zu 1cc Milch setzt er nun aus einer Bürette so lange Wasser zu, bis das Licht einer etwa 1 Meter entfernten Kerze eben durchschimmert, wenn er das Glaskästchen bei ziemlich finsterem Zimmer ganz dicht vors Auge hält. Nach VOGEL braucht man bei 0,25 cm Schichtdicke für 100cc Wasser 3,7cc unverfälschter Milch, also für 5cc Milch 135cc Wasser, nach HOPPE muss man zu 1cc guter Kuhmilch 70—85cc Wasser setzen, um bei 1 cm Schichtdicke eine Kerzenflamme eben sichtbar werden zu lassen, zu abgeblasener bedarf es oft nur 18—20cc Wasser.

Der Werth der Milch beruht aber gleichzeitig auf ihrem Gehalt an aufgelösten Substanzen besonders Käsestoff, nicht nur auf dem an Buttertheilchen. Der Gehalt der ersten Art offen-

bart sich durch das specifische Gewicht, welches grösser ist bei reicher Milch und um gekehrt; das specifische Gewicht schwankt normal zwischen 1008—1014. Nimmt man das a der Senkwage gemessene specifische Gewicht als Maassstab der Güte, so irrt man nur z leicht, weil die Butter die Aräometergrade hinab-, der Käsestoff aber dieselben hinaufdrückt Es kann also eine Milch käsereich erscheinen, während sie in Wahrheit nur butterarm ist

Künstliche Milchveränderungen zu Nahrungsmitteln. — Die Milch wird nicht nu als Ganzes zur Nahrung verwendet. Man benutzt von jeher auch einzelne von den in ihr ent haltenen Stoffen für sich. Vor Allem ist hier die Butter zu nennen, die sich als Rahm bei längerem Stehen von der Milch absetzt und durch Schlagen und Schütteln — Buttern — voll kommen abgeschieden werden kann. Die Butter enthält stets auch nach sorgfältigem Auswaschen noch Bestandtheile der Milch in sich, welche ihr frisch den eigenthümlich angenehmen Ge schmack, aber auch den Fehler ertheilen, sehr leicht ranzig zu werden. Man vermeidet diese Zersetzung, welche die Butter ungeniessbar macht, entweder durch Einsalzen, wodurch der Käsestoff wie die anderen Albuminate die Fähigkeit sich zu zersetzen in hohem Grade ver lieren, oder dadurch, dass man den Käsestoff ganz entfernt, was durch Schmelzen der Fette — Schmalzbereitung — geschieht, wobei der geronnene Käsestoff als eine graue schaumige Masse — Butterschaum — auf der Oberfläche sich ansammelt und abgeschöpft werden kann. Die frische Butter enthält nach meinen Bestimmungen bis zu 1,5 % Käsestoff und oft mehr als 20 % Wasser. Die von der Butterbereitung zurückbleibende Buttermilch besitzt noch eine grosse Menge der Nahrungsstoffe der Milch, fast allen Käsestoff, Zucker und vor Allem die wichtigen Nährsalze, auch das Fett fehlt nicht ganz. Sie ist also noch immerhin ein zu schätzendes Nahrungsmittel. Sie soll etwas Buttersäure enthalten.

Auch das Caseïn wird von der Gesammtmilch getrennt, um als Nahrungsstoff leichter aufgehoben werden zu können. Doch wird bei der Käsebereitung meist mit dem durch Lab (Kälbermagen, getrocknet oder geräuchert) gefällten Caseïn gleichzeitig das Fett der Milch abgeschieden. Man glaubt dabei an eine specifische (fermentartige) Wirkung des Lab auf das Caseïn (W. Heintz). Der Käse wird stark gesalzen längere Zeit aufbewahrt, bis er gereift ist, d. h. bis der Käsestoff seine Löslichkeit in Wasser wieder erhalten hat, die er durch das Lab verloren hatte. Es scheint (?), dass dieses darauf beruht, dass sich das Natron des Kochsalzes mit dem Käsestoff verbunden hat zu Natronalbuminat, dem die Eigenschaft der Löslichkeit in Wasser zukommt, so dass der Käsestoff durch das Reifen wieder in einen Zustand übergeführt wird, wie er ihn in der frischen Milch besitzt. Zieht man die Butter aus [redacted]

im Brustdrüsensekret neugeborener Kinder mikroskopisch: Milchkörperchen und Colostrumkörperchen, chemisch: Caseïn 5,57, Albumin 4,90, Milchzucker 9,56, Butter 14,56, Salze 8,36. Summe der festen Bestandtheile 42,95, Wasser 957,05. Bei beiden Geschlechtern bildet sich die Drüse bis zu den Pubertätsjahren langsam durch Ausbildung der (späteren) Ausführungsgänge weiter aus, dann beginnt ein rascheres Wachsthum, das bei männlichen Individuen meist von einer Rückbildung gefolgt ist, während es bei Mädchen zur vollkommenen Ausbildung der Drüse führt. Die eigentlichen Drüsenbläschen finden sich bei geschlechtsreifen Mädchen. Die Gänge sind dann schon wegsam, die Bläschen aber sind mit Zellen noch solid ausgefüllt. Alle Elemente sind klein, weiter von einander abstehend. Wie an anderer Stelle schon angedeutet, lässt sich der Bildungsgang der Drüse als eine stetig fortschreitende Knospung bezeichnen, die auf einer Wucherung der Epithelien in die Tiefe des Gewebes beruht. Die vollkommene Entwickelung zeigt die Drüse nur während der Ausübung des Säugegeschäfts, mit Aussetzen desselben scheint sogleich die Involution der Drüse zu beginnen; sie tritt wieder in den oben geschilderten Ruhezustand ein, die Drüsenbläschen werden klein, enthalten keine Fetttröpfchen mehr, doch bleibt das gewonnene Lumen der Gänge in die Endbläschen hinein wegsam. Mitunter nehmen bei kräftigen Frauen nach dem Puerperium die Drüsenbläschen fast ganz die jungfräulichen Formen wieder an. Der Schwund der Drüse, der bei dem männlichen Geschlecht sehr bald eintritt, erfolgt bei dem Weibe in den klimakterischen Jahren. Das Stroma der Drüse schwindet, der Drüsenkörper wird zu einer häutigen Scheibe, in der sich nur die Gänge nicht verengert erhalten; sie endigen blind. Alles wird dünnwandig und kollabirt (Langer). Ueber Milch bei Männern und Bockmilch vgl. oben.

Zur vergleichenden Anatomie der Milchdrüse. — Die Entwickelungsgeschichte stellt die Milchdrüse an die Hautdrüsen an; bei den in gewissem Sinne niedersten Säugethieren, den Monotremen (Schnabelthieren), unterscheiden sie sich von diesen noch wenig. Ihre beiden Milchdrüsen bilden eine Gruppe von Schläuchen, die einzeln ohne Zitze die Haut durchsetzen, die an diesen Stellen haarlos, aber nicht hervorgewölbt ist. Das Sekret wird auf die Oberfläche des Drüsenfeldes ergossen, wo es das Junge saugt. Bei den übrigen Säugethieren finden sich die Drüsenmündungen auf Zitzen, die bei dem Saugen von dem Munde des Jungen umfasst werden. Zu jeder Zitze gehörte ein eigener Drüsencomplex meist mit einer grösseren Auswahl gesonderter Ausführungsgänge. Die Zahl der Zitzen entspricht im Allgemeinen dem Maximum der gleichzeitig fallenden Jungen. Die Zahl schwankt zwischen 2—12. Bei den Raubthieren, Insectivoren und Nagern liegen 4—12 in zwei Reihen in der Bauchgegend bis zur Brustregion. Aehnlich bei den Schweinen. Bei einigen Beutelthieren liegen sie in Kreisform angeordnet am Bauche. Andere Beutelthiere und, wie schon erwähnt, die Monotremen haben zwei Milchdrüsen am Bauche. Bei Pferden, Wiederkäuern und Walfischen liegen sie in der Weichengegend. Bei Elephanten, Sirenen (Seekühe), Bradypus (Faulthier), Fledermäusen und Affen liegen sie wie bei dem Menschen an der Brust. Bei Halbaffen kommen 2—4 Milchdrüsen vor, die in der Lage verschieden sind. Die Zahl der Milchgänge in einer Zitze ist bei den Affen noch grösser als beim Menschen. Raubthiere haben 5—10 Oeffnungen, Pferde zwei, Schweine, Wiederkäuer und Walfische nur einen, sinusartig erweitert. — Bei den Beutelthieren (Marsupiala) umschliesst eine muskulöse Hautduplikatur die hervorragende Bauchfläche. Dieses Marsupium dient zur Aufnahme der neugeborenen Jungen, die bei der Geburt noch wenig gereift sind. Ueber die Kropfmilch der Tauben cf. Cap. VII.

Das Fleisch.

Die Milch ist nicht das einzige vollkommene Nahrungsmittel animaler Organismen, welches die Natur selbst zubereitet. Sie bietet den thierischen Organismen noch eine Anzahl anderer Nahrungsmittel dar, welche zur Ernäh-

rung vollkommen ausreichen: das Fleisch und die vegetabilischen Stoffe, welche letztere die Nahrung der Pflanzenfresser ausmachen, und welche theils in grünen Pflanzentheilen, theils in Samen und Wurzeln enthalten sind. Wir müssen annehmen, dass das Fleisch der Pflanzenfresser, von dem sich das Raubthier ernährt, vollkommen den Bedürfnissen des Letzteren entspricht. Es ist diese Thatsache um so leichter verständlich, weil die thierischen Körperstoffe hier direct aus einem Organismus in den anderen herüberwandern, und man sich vorstellen kann, dass die Stoffe nach ihrer neuen Aneignung von Seite des Fleischfressers in seinem Organismus direct dieselben Wirkungen werden entfalten können, zu denen sie in dem Leibe des Pflanzenfressers schon gedient haben. Auch die Pflanzenstoffe, von denen sich die Pflanzenfresser nähren, müssen als vollkommene Nahrungsgemische angesehen werden, da sie die Erhaltung jener Organismen ohne weiteren Zusatz als Trinkwasser zu besorgen vermögen. Der Mensch mischt seine Nahrung aus den Stoffen, auf welche die Natur die beiden grossen, letztgenannten Thiergruppen angewiesen hat.

Das Muskelfleisch zeichnet sich durch seinen Reichthum an Eiweissstoffen, Glutin, Fetten, Glycogen, Kreatin, Kreatinin (und anderen Extractivstoffen), Phosphorsäure und Kali vor anderen Nahrungsmitteln aus. Es eignet sich durch die Leichtigkeit, mit der es bei der Verdauung aufgenommen wird, vor Allem für die Ernährung solcher animaler Organismen, die wie die Fleischfresser verhältnissmässig kleine Verdauungsorgane haben, und die vegetabilische Nahrung, welche eine weit grössere Verdauungsarbeit erfordert, nicht auszunützen vermögen. Im Fleisch geniessen wir auch reichlich Wasser, da es frisch zu 75% aus Wasser besteht.

Das Fleisch, welches in den Haushaltungen zur Nahrung benutzt wird, ist nicht reine Muskelfaser, sondern ist stets, abgesehen von dem gröberen und zarteren Bindegewebe, von dem es durchzogen wird, mit mehr oder weniger Fett umgeben und durchwachsen. In diesen beiden letzteren Beziehungen unterscheidet sich das Fleisch der verschiedenen Thierarten sehr wesentlich, während es in chemischer Zusammensetzung seiner Fleischfaser kaum merkliche Unterschiede erkennen lässt. Die Verschiedenheiten, welche die Fleischsorten dem Geschmacke darbieten, beruhen einerseits auf noch nicht näher bekannten flüchtigen Stoffen, welche theils mit den Hautsekreten dieser Thiere Aehnlichkeit zeigen, theils sich bei der Erhitzung des Fleischsaftes vielleicht erst erzeugen, andererseits auf der verschiedenen Mischung des Fettes, das sich nach den Thierspecies verschieden zusammengesetzt zeigt, bald mehr flüssig, bald mehr fest ist. Noch in den Muskeln verhungerter Thiere finden sich 2—3% Fett.

Die nähere chemische Zusammensetzung der Muskelfaser findet bei der Besprechung der Muskelphysiologie ihre Stelle.

Fleisch verschiedener Wirbelthiere. — Nach Bibra liefern 100 Theile getrocknete Muskelsubstanz, aus der zuvor alles sichtbare Fett abgetrennt war, folgende Fettmengen: Säugethiere (Oberschenkelmuskeln): Mensch 7—15; Reh 7,3; Hase 5,3; Ochs 21,8; Kalb 10,4; Schaf 9,3. — Vögel (Brustmuskel): wilde Gans 8,8; wilde Ente 12,5; Truthahn 13,1; Huhn 2—5.

Auch in anderen Beziehungen zeigt sich das Fleisch verschieden zusammengesetzt, wie aus den zahlreichen Analysen besonders von Schlossberger und Bibra hervorgeht. Von den Angaben des Letzteren stelle ich einige in folgender Tabelle zusammen:

Fleisch verschiedener Thiere:

0 Theilen:	Mensch:	Ochs:	Kalb:	Reh:	Schwein:	Huhn:	Karpfen:
r	744,5	776,0	780,6	746,3	783,0	773	797,8
toffe: . . .	255,5	224,0	219,4	253,7	217,0	227	202,2
es Albumin stoff . . .	49,3	19,9	12,9	19,4	24,0	30	23,5
. . . .	20,7	19,8	44,2	5,0	8,0	12	—
eistextrakt .	37,1	30,0	12,9	47,5	17,0	14	34,7
. . . . .	23,0			13,0			11,1
che Eiweiss- e,Gefässe etc.	155,4	154,3	149,4	168,1	168,1	165	113,1

tteres Fleisch enthält weniger Wasser als mageres. PETERSEN gibt als Mittel für den ergehalt verschiedener Fleischsorten an 76,2. Kalbfleisch 79,29; (fetteres) inefleisch 71,98. Der Stickstoffgehalt des frischen Fleisches beträgt nach 03 bis 3,64%, des trockenen 11,88 bis 15,07. Mit dem Fettgehalt nimmt der Stickhalt ab, nach SCHENK schwankt er mit dem Gehalt an gröberem Bindegewebe. Das oentum nuchae des Pferdes enthält 6% (5,98%) Stickstoff. Fascien, Periost etc. nken frisch im Stickstoffgehalt zwischen 4,85 bis 5,7%. Stark bindegewebehaltiges enthält frisch 3,76 bis 3,92% Stickstoff. VOIT nimmt für Pferde- und Hundefleisch im 3,4% Stickstoff an. Der Stickstoffgehalt schwankt sonach aus 3 Ursachen: dem wechn Gehalt an Wasser, Fett und Bindegewebe.

Beziehung auf die Extraktmenge, die so wesentlich zum Wohlgeschmack beide Stoffe in sich birgt, haben die älteren Untersuchungen ergeben, dass sie bei wilden n im Allgemeinen bedeutender ist als bei zahmen derselben Gattung. Die Muskeln, e im Leben angestrengter waren, liefern auch mehr Extrakte (J. RANKE). Die bei der des Muskels auftretende Säure (Fleischmilchsäure) scheint das Fleisch wohlschmeckennd mürber zu machen. Dasselbe erreicht man auf natürlichem Wege durch Liegen- oder nlassen des Fleisches, wobei es von selbst stark sauer wird, oder durch künstliche ung durch Einlegen in Essig. Die Extraktmengen im Fleische sind aber im Ganzen verschieden; nach BIBRA: Gesammtextrakt: Mensch 3%; Reh 4%; Taube 3%; 4%; Schwalbe 7%.

n der Fleischasche überwiegen, wie in der Milch, die Kalisalze die Natron- sehr bedeutend, nach LIEBIG und HENNEBERG kommen auf 1000 Theile Kali: im h vom Huhn 381, Ochsen 279, Pferd 285, Fuchs 214, Hecht 497 Natron.

lach den Untersuchungen der Salze des Ochsenfleisches durch STÖLZEL findet sich unter kein Natron:

Asche des gesammten Fleisches

	Pferd: (WEBER)	Kalb: (STAFFEL)	Ochs: (STÖLZEL)	Schwein: (ECHEVARRIA)
Kali	39,40	34,40	35,94	35,83
Natron . . .	4,86	2,35	0	4,31
Chlorkalium .	0	0	10,22	0
Chlornatrium .	1,47	10,59	0	Chlor 0,59
Magnesia . .	3,88	1,45	3,31	4,56
Kalk . . .	1,80	1,99	1,73	7,15
Eisenoxyd .	1,00	0,27	0,98	0,33
Phosphorsäure	6,74	48,13	34,36	42,16
Schwefelsäure	0,30	0,81	2,07	0
Kieselsäure .	0	0	8,02	0
Kohlensäure .	0	0	8,02	0

Die Gesammtmenge an Asche ist bei den Menschen und Säugethieren etwa 4%, b Vögeln 5%.

Hygieinische Betrachtungen. — Fleischzubereitung. LIEBIG, dem wir di führliche Erforschung des Fleisches in chemischer Beziehung verdanken, hat auch Gese die Fleischzubereitung als Nahrungsmittel aufgestellt. Es ist eine bekannte Erfahrung rohes Fleisch im Allgemeinen weniger leicht verdaulich ist, als durch Zubereitung (Erh verändertes. Zum Theil beruht dieser Unterschied darauf, dass rohe Fleischstückche Magensaft weniger leicht gelöst werden können als gekochte oder gebratene. Dieser U schied, der schon bei linsengrossen Stücken ersichtlich wird, fällt dagegen weg, wen Fleisch geschabt ist. Der Haupteinfluss, den die Zubereitung des Fleisches ausübt, find das Bindegewebe desselben statt. Das Bindegewebe wird in Leim umgewandelt. Die Säure, die sich bei dem Liegen des rohen Fleisches entwickelt, wirkt bei diesem Um lungsprocess mit, da bei freier Säure schon bei 60° C. das Bindegewebe in Leim übe Daher wird das Fleisch, womöglich erst einige Zeit nach dem Schlachten, wenn es mög viel Säure enthält, zum Genuss zubereitet. In demselben Sinne wirkt Essig. Die Sä entwickelung (Fleischmilchsäure) im frisch geschlachteten Fleisch durch Erwärmen desselben auf etwa 40 C. sehr beschleunigt werden durch frischgeschlachtetes Fleisch für den Genuss wesentlich zuträglicher wird, was b ders für die Ernährung der Truppen im Felde von Wichtigkeit ist. Auch Zerh und starkes Klopfen (weniger) beschleunigt die Säureentwickelung im frischen Fleische. Erhitzung der Fleischfaser selbst auf 60°—70°, wie sie bei dem Braten grösserer Fleisch eintritt, macht dieselben leichter verdaulich, leichter in Magensaft löslich, eine Erh über 75°—100° macht die Faser dagegen hornartig fest, weniger verdaulich. Bei h Temperaturgraden verflüssigen sich die Eiweisskörper in Peptone (cf. Magenverdauung

Die Fleischzubereitung, um dasselbe als Nahrungsmittel für den Menschen lich und schmackhaft zu machen, geschieht eigentlich nur auf dreierlei Wegen: es gebraten, gekocht und gedämpft. Durch diese verschiedenen Zubereitungsweisen wi Fleisch in verschiedener Art chemisch verändert.

Durch das Kochen in Wasser werden dem Fleische seine in heissem Wass lichen Bestandtheile entzogen; diese gehen in die Fleischbrühe über, welche ihnen eigenthümlichen Geschmack und ihre belebende Wirkung als Genussmittel verdankt. das Fleisch langsam erwärmt, so löst sich ein nicht unbeträchtlicher Theil von Eiwei stanzen aus dem Muskelsafte auf, welcher bei Steigerung der Temperatur gerinnt und a graue, schaumige Masse, Fleischschaum, abgeschöpft wird und damit für die Ernährun loren geht. Unter den Stoffen, welche aus dem Fleische beim Kochen ausgelaugt w stehen die Fleischsalze obenan, welche fast alle in die Fleischbrühe übergehen. Im Fl bleiben hauptsächlich nur die phosphorsauren Erden zurück. Nach den Analysen von I findet sich die Asche des Ochsenfleisches in 100 Theilen zusammengesetzt aus:

Phosphorsäure	36,60
Kali	40,20
Erden und Eisenoxyd . .	5,69
Schwefelsäure	2,95
Chlorkalium	14,81.

Von diesen Salzen gehen bei längerem Kochen 82,27% in die Fleischbrühe.

Im Fleische bleiben nur:

Phosphorsäure . . .	10,36
Kali	4,78
Erden und Eisen . .	2,54.

Im Ganzen etwa 18% der ursprünglich im Fleisch enthaltenen Salze. Eine Verbesseru dadurch ein, wenn das Wasser, worin das Fleisch siedet, kalkhaltig ist. Es wird da ausgelaugte Phosphorsäure als phosphorsaurer Kalk wieder auf das Fleisch niedergesch

Bei der gewöhnlichen Art des Fleischsiedens tritt der Auslaugungsprocess nicht vollkommen in dem Maasse ein, wie man es vielleicht aus dem bisher Gesagten entnehmen könnte. Sobald die Temperatur des Fleisches bis zum Punkte der Gerinnung des Eiweisses gesteigert ist, bildet dieses einen Verschluss gegen das Eindringen des Wassers von Aussen her und das Austreten von Fleischflüssigkeit. Der Auslaugungsprocess erstreckt sich also nur auf eine geringere Tiefe, wenn das Sieden des Fleisches nicht allzu langsam vorgenommen wird.

Wenn wir das Fleisch fein wie zur Wurstbereitung zerhacken und mit viel Wasser kalt auslaugen, so erhalten wir in die Fleischbrühe fast alle löslichen Stoffe des Fleisches. Nach Liebig lösen sich von 1000 Theilen Ochsenfleisch 60 Theile auf, und zwar 29,5 Theile Albumin und 30,5 lösliche Salze und Extraktivstoffe, welche letztere allein in die heisse Fleischbrühe übergehen. Vom Hühnerfleische lösen sich 33,0. Im allergünstigsten Falle könnte also das heisse Wasser aus dem Ochsenfleische nur 3% aufnehmen, welche bei der heiss bereiteten Fleischbrühe noch durch eine geringe Menge obenauf schwimmendes Fett und Leim vermehrt werden würde, welch letzterer aus der Umwandlung des Bindegewebes — der leimgebenden Substanzen — hervorgeht. Je jünger das Thier ist, desto weniger hat noch die Veränderung des Bindegewebes in elastisches Gewebe, das durch Kochen nicht mehr in Leim übergeführt werden kann, Platz gegriffen; um so leimreicher wird also die Fleischbrühe sein. 1000 Theile ausgelaugtes Ochsenfleisch geben 6, Kalbfleisch 47,5 Theile trockenen Leim.

Bei dem Sieden verliert das Fleisch durch Wasserabgabe sehr bedeutend an Gewicht, viel mehr als der Verlust der aufgelösten Stoffe beträgt, Ochsenfleisch verliert 15, Hammelfleisch 10, Hühnerfleisch 13,5 Procent. Wenn wir Fleisch in Dampf erhitzen, so sehen wir es sehr bald sich mit Flüssigkeit beschlagen, welche sich bei der Untersuchung als Fleischflüssigkeit herausstellt. Es erinnert diese Beobachtung an die von G. v. Liebig beobachtete Ausscheidung von Muskelflüssigkeit, wenn sich der Muskel längere Zeit in einer Kohlensäure-Atmosphäre befindet: Die todte Muskelmembran — Sarkolemma — verliert die Fähigkeit, ihren flüssigen Inhalt zurückzuhalten. Ein Pfund gekochtes Fleisch enthält also, abgesehen von dem Verluste an löslichen Stoffen, da es wasserärmer ist, weit mehr nährende Bestandtheile als ein Pfund rohes Fleisch.

Bringt man das Fleisch direct in siedendes Wasser und lässt es darin einigemale aufwallen, so erhält man eine sehr schwache, wenig schmackhafte Fleischbrühe, denn die löslichen Fleischstoffe bleiben fast alle, durch die rasch entstandene Eiweisshülle geschützt, in dem Fleische zurück. Der Process des **Bratens** ist dem eben geschilderten ganz analog. Das Fleisch wird in Fett erhitzt, durch dessen hohe Temperatur sich sehr rasch eine für die Flüssigkeit des Fleisches undurchdringliche Hülle bildet, welche durch das eindringende Fett für die wässerige Flüssigkeit noch unwegsamer wird. Dadurch wird der Saft sehr vollständig zurückgehalten, so dass das Fleisch saftig und zart bleibt. Beinahe ebenso wenig wie wir durch langes Sieden ein Ei weich bekommen, ist dieses bei dem Fleische möglich. Durch die Siedehitze wird, wie oben angeführt, die Fleischfaser nach und nach fest und hart, schliesslich hornartig. Um Fleisch saftig gar zu bekommen, muss es einige Zeit auf einer Temperatur von 60°—70° erhalten werden. Bei grossen Fleischstücken regulirt sich die Temperatur von selbst. Wir beobachteten, dass ein eingestecktes Thermometer nicht über 70° im Innern des Stückes selbst bei längerem Braten oder Kochen steigt. Ein sichtbares Zeichen davon ist die noch blutige Färbung des Fleischsaftes im Innern grosser Fleischstücke, welche beweist, dass die Hitze nicht auf 70° gestiegen ist, da schon bei 70° die Gerinnung des Blutalbumins und Farbstoffs vollkommen ist. — **Bei dem Dämpfen des Fleisches**, dem Kochen des Fleisches in Wasserdampf, wird die Uebertragung der höheren Temperatur auf dasselbe dem Wasserdampfe überlassen. **Auch beim Braten** findet ein Gewichtsverlust statt: Rindfleisch verliert 19, Hammel- 24, Lamm- 22, Hühnerfleisch 24% seines Gewichts.

Fleischpräparate. — **Gesammtfleisch.** Um es leichter zu konserviren, wird ihm Wasser entzogen, wodurch es vor der Fäulniss sehr vollkommen geschützt wird. Diese Wasserentziehung kann durch **Trocknen** des in dünne Streifen geschnittenen fettfreien Fleisches

an der freien Luft geschehen, wie es die Indianerstämme Nordamerikas als Pemmikan ihre Jagdzüge mitzunehmen pflegen. Zur Konservirung des Fleisches wird es auch herme in Blechbüchsen verschlossen und auf 100° C. erhitzt. Nicht so gründlich ist die trocknung durch das Räuchern, wobei die Produkte der Holzdestillation noch eine an tische, fäulnisswidrige Wirkung entfalten. Aehnlich ist es bei dem Einsalzen (Pökeln), dem Fleische noch eine grosse Menge Wassers entzogen wird und das Salz das halbgetrock Fleisch vor Fäulniss schützt. Bei dem Einsalzen tritt Wasser aus dem Fleische zu dem mit ihm aber auch die Hauptmenge der in der Fleischflüssigkeit gelösten krystallinischen per und Eiweissstoffe, wodurch sein Nährwerth vermindert wird. Liebig hat vorgeschl die Salzlake einzudampfen, bis das Kochsalz herauskrystallisirt, und die rückbleibende centrirte Fleischflüssigkeit zum Fleische mit zu geniessen. Gewöhnlich findet man das fleisch von einer weissen Kruste bedeckt. Es rührt dieselbe daher, dass das zum Ein verwendete Kochsalz auch Kalk- und Magnesiasalze als Verunreinigung in sich enthält. Phosphorsäure des Fleischsaftes bildet mit ihnen die bekannten unlöslichen Salze, welche auf dem Fleische niederschlagen. Nichts wäre weniger zweckmässig, als diese weisse Kr entfernen zu wollen, die den durch die Zubereitung gesetzten Mangel wenigstens theil ausgleicht. Der Kaligehalt des Schweinefleisches sinkt von 37,79% der Asche durch P und Räuchern auf 5,30%, die Phosphorsäure von 44,47 auf 4,71; der Kaligehalt des Och fleisches von 35,94 durch Einsalzen auf 24,70, die Phosphorsäure von 34,36 auf 21,41% Asche.

Fleischpräparate. — Fleisch-Eiweissstoffe. Die Fähigkeit eines Theile Fleischeiweissstoffe, sich in sehr verdünnter Säure zu lösen, veranlasste Liebig zur He lung eines Fleischpräparates, welches die Hauptbestandtheile des Fleisches — Eiwei und Salze — dem Organismus in gelöster, wie wir später noch näher erkennen werden, halb verdauter Form zuführt und welches für Kranke, denen keine feste Nahrung ge werden kann, den Fleischgenuss ersetzen soll. Dieser kalt bereitete Fleischaufguss ist in den Arzneischatz aufgenommen. Es ist klar, dass man das zu einem vollkommene rungsmittel noch Fehlende — z. B. Kohlehydrate — eben so in gelöster Form nebe Fleischauszug noch zu reichen hat, da ja dem wässerigen Infuse kein Fett beigemis Zur Bereitung des Infuses — Infusum carnis frigide paratum Liebig — setzt dem feinzerhackten Fleische eine sehr verdünnte (1 per mille = 3 cc rauchende Salzsäure 1000 cc Wasser) Salzsäure zu. Schon nach einer halben Stunde lässt sich in der Flüssig die man häufig umrührt, ein nicht unbedeutender Eiweissgehalt nachweisen. Das Infus kalt und ohne Salzzusatz genossen werden, durch Kochsalzzusatz fällt der grösste Theil Albumins heraus. Der nicht eben angenehme Geschmack beeinträchtigt den längeren gebrauch dieses Mittels manchmal bald. Nicht ganz sorgfältig bereitet ist sein Eiweiss sehr gering, er kann unter 1% der Flüssigkeit sinken.

Etwas Aehnliches ist der »frisch ausgepresste Fleischsaft« (cf. Muskel).

Fleischpräparate. — Die Fleischextraktivstoffe und Salze enthält das vor Allem von Liebig empfohlene Extractum carnis, welches in letzter Zeit von amerika in grösseren Partien in den Handel kommt. Das Liebig'sche Fleischextrakt nichts anders als eine aus Ochsenfleisch bereitete, eingedickte Fleischbrühe, welcher Leim beigemischt ist. Das Fleischextrakt hält sich jahrelang auch unter der Einwirkung Luft unverändert und man kann daraus durch Verdünnung mit Wasser und etwas Koch zusatz Fleischbrühe von jeder beliebigen Stärke herstellen.

Das Extrakt enthält vor Allem die dem Organismus zur Bildung seines Fleisches lichen organischen Stoffe, Kali und Phosphorsäure, die zur Ernährung nothwendig hören. Doch wird Niemand auf den Gedanken kommen können, dass sie allein im St sein könnten, die Ernährung zu unterhalten. Sie können dazu nur mitwirken, wenn die übrigen nothwendigen Ernährungsbedingungen erfüllt sind, wenn dem Organismus weissstoffe und Fette oder an Stelle der letzteren Kohlehydrate in genügender Menge glei

.en werden. Die organischen Stoffe, welche in dem Fleischextrakte neben den alten sind, werden im Sinne der kraftproducirenden Nahrungsstoffgruppe (cf. Ersetze) wirksam werden können. Dem Gehalt des Extraktes an Kreatin und Kreait eine besondere Bedeutung zuzukommen. Aus C. Voit's Angaben entnehme ich, er Muskelaktion diese beiden Stoffe zum Zwecke der Krafterzeugung verbraucht 'um Theil gehen sie jedoch in den Harn über. Unser Urtheil über den Nahrungs-Fleischbrühe und des gleichwerthigen Fleischextraktes ist durchaus nicht gewillt, ung dieser Stoffe, welche eine tausendjährige Erfahrung dem Gesunden wie dem elehrt hat, irgendwie zu bezweifeln oder zu bemäkeln. Es steht fest in dem Bejedes Arztes und jedes Deutschen, die wir uns an dem Genusse der Fleischbrühsuppen uicken, dass dem Fleischextrakte ein hoher Werth ebenso im Haushalte des Orgain unseren Haushaltungen zugeschrieben werden müsse. Was gibt nach Ermüdung rankhaften Schwächezuständen mehr Kräftigung und Stärkung als eine kräftige pe! Das Fleischextrakt, sagt Parmentier, bietet im Gefolge eines Truppencorps den wundeten Soldaten ein Stärkungsmittel dar, welches mit etwas Wein seine durch utverlust geschwächten Kräfte augenblicklich hebt und ihn in den Stand setzt, den in das nächste Hospital zu ertragen. Selbstverständlich darf neben dem Extrakt nsistente Nahrung nicht fehlen. Wir wissen aus den Untersuchungen von J. Ranke, , Bogoslowsky u. A., worauf abgesehen von dem directen Werth als Nahrungsmittel bende Wirkung der Fleischbrühe beruht. Es sind die Extraktivstoffe (Kreatinin) und diesen namentlich die sauren, phosphorsauren Salze, die sie in so enormer Menge o wie die Milchsäure und ihre sauren Salze, welche eine nervenbelebende Wirkung ren Dosen besitzen. Temperatur und Pulsfrequenz steigen nach Eingabe von Fleischas Bunge mit Unrecht bestreitet). Dazu kommt noch der angenehme Geruch und Gedes Fleisches, der in Schwächezuständen gewöhnlich noch lebhafter und angenehmer n wird als sonst. Wir haben in der Fleischbrühe nicht nur ein Nahrungsmittel, son- ı ein von der Natur selbst uns zubereitetes Nervenreizmittel. Seine angenehmen, bei Dosen durch schädliche Nachwehen nicht belästigenden Wirkungen beweisen uns, ir den geschwächten Organismus kaum ein entsprechenderes Heil- oder Belebungsen kann. Bei übermässiger Zufuhr kann (bei Kaninchen) der Tod erfolgen. Die Geschbrühe wirkt stärker toxisch als ihre Salze (Bogoslowsky). J. Weidel hat ıextrakt als konstanten Bestandtheil einen dem Theobromin ganz nahe stehen-Carnin gefunden. — (Valentines Meat-Juice ist Fleischextrakt mit 0,45 Gramm ı Fläschchen.)

re Betrachtungen räumen dem Salzgehalt in den Nahrungsmitteln eine sehr wichıng ein, nachdem wir nun wissen, dass derselbe wenigstens eine doppelte Function ıngsmittel und als Reizmittel zu erfüllen hat; besonders sind es die weitverbreite-'n, namentlich phosphorsauren Salze, welche für uns an Bedeutung gewinnen. ilchmolke haben wir schon den Gedanken ausgesprochen, dass sie ihre stärkende vielleicht ihrem Salzgehalt, der mit dem des Fleisches in qualitativer Beziehung nahe immt, verdanken könnte. Das Gleiche gilt von Bier, gutem Weine, frischen ısäften, Gemüsen, deren ungemeine Wirkung für die Erhaltung einer gesunden ıg auf Schiffen und in Gefangenenhäusern so deutlich hervortritt, indem ohne sie der t fast unvermeidlich ist. Liebig macht darauf aufmerksam, dass die Salze sicher auch erdauungsprocess mit wirksam werden. Sie thun dieses auch auf einem indirecten dem sie durch die von ihnen vermittelten Geschmacksreize und Reize der Magenıut, sowohl die Speichelabsonderung als die Absonderung des Magensaftes ı. In erster Beziehung sind auch besonders die schmeckbaren organischen Stoffe :hextraktes wirksam. Wir wissen, wie stark unter ihrer Einwirkung bei dem Essen chelsekretion eintritt: bei dem Hungrigen beginnt sie schon in hohem Maasse Riechen des Bratens, noch ehe ihn die Lippen berührt haben.

Fleischpräparate. — Leim. Die Bouillontafeln bestehen ihrer Hauptmas aus Leim. Man stellte Gallertsuppen dar, die viel reicher an Leim waren als die aus dargestellten, durch Kochen von Knochen in verschlossenen Gefässen (PAPIN'schen Töp erhöhter Dampfspannung. Auf diese Weise erhält man neben Fett 28% Gallerte (tro Man kann beide: Fleischextraktsuppe und Gallertsuppe leicht dadurch unterscheide man sie bei 100° eindampft und den Rückstand mit Alkohol behandelt. Das Fleiscl soll sich zu $^4/_5$ in Weingeist lösen, während von der Bouillontafel fast Nichts in Lösur Der Gallertsuppe kann, bei entsprechend niedrigem Preis, ein unter Umständen relati unbedeutender Nahrungswerth nicht abgesprochen werden. Ebenso anderen aus Le stehenden Gerichten: den aus Kalbsfüssen, Hausenblase dargestellten Gelatinen, den füssen selbst etc. (cf. Ernährungsgesetze).

Fleischpräparate. — Fett. Das Fleisch (Ochsenfleisch), das vom Metzger geho enthält im Grossen und Ganzen etwa 38% Fett.

Die Fette der verschiedenen zur Nahrung verwendeten Fleischsorten sind z ähnlich zusammengesetzt. Das Menschenfett, welches durch den Fettgenuss erzeu den soll, ist weich, schmilzt bei 25° C. und ist aus den Glyceriden der Stearinsäure, Pa säure und Oelsäure zusammengesetzt. Seine Elementaranalyse ergibt nach CHEVREUL: C H 11,42; O 9,58. Nach demselben Autor zeigen die anderen Fettsorten, Schweines Hammeltalg, genau die gleiche elementare Zusammensetzung, obwohl die Quantitäte Mischung aus verschiedenen Fetten nicht harmoniren: Schweineschmalz: C H 11,15; O 9,75. Hammeltalg: 79,00; 11,70; 9,30. Hammeltalg und Rindsta stehen qualitativ aus den gleichen Glyceriden wie das Menschenfett, doch überwiegen den, noch mehr in dem zweiten, die festen Fettsäuren (Stearinsäure) weit über die Oe Das Schweineschmalz besteht fast nur aus Palmitinsäure- und Oelsäure-Glyceri Gänsefett ist quantitativ dem Menschenfett am ähnlichsten zusammengesetzt.

Der Leberthran, zu unterscheiden von dem Fischthran, aus dem Fette de fische und Robben bereitet, wird in neuerer Zeit als medicinisches Nahrungsmittel v verwendet. Er wird aus den Lebern verschiedener Gadus-(Schellfisch-)arten: G. cal G. carbonarius, G. pollachius, G. Morrhua besonders in Norwegen dargestellt. Der Leberthran wird durch freiwilliges Ausfliessen des Oels aus den aufgeschichteten Fischl der gelbe durch Auspressen und Auskochen gewonnen. Er besteht hauptsächlich a säureglycerid, flüchtigen Fettsäuren, Gallenstoffen, geringen Mengen: 0,05% Jod und Unter seinen Mineralbestandtheilen findet sich phosphorsaurer Kalk, wodurch er f Knochenbildung wichtig werden kann.

Das Glycerin soll nach A. CATTILLON in kleinen Gaben eine günstige Wirkung a Ernährung ausüben, nach DUJARDIN-BAUMETZ und AUDIGÉ wirkt es in grossen Gaben CATTILLON gab Meerschweinchen zu ihrem gewöhnlichen Futter 0,5 Gramm Glycerin u sie viel bedeutender an Gewicht zunehmen als sonst gleich, aber ohne Glycerin gefü 30 Gramm seien die richtige Dosis für den Menschen, dessen Harnstoffausscheidung d abnehmen soll; in so kleiner Gabe auf einmal genommen befördere es den Appeti Verdauung und Defäcation.

Das Drüsengewebe der Thiere schliesst sich als Nahrungsmittel dem Fleische dire Leber, Milz, Nieren, Gekröse etc., auch das Gehirn und Knochenmark letztere ist besonders reich an Fett. Hierher gehören auch die Eier. Die specielle Z mensetzung dieser Gebilde findet sich bei ihrer physiologischen Betrachtung abgeh Sie enthalten mehr oder weniger Albuminate, Lecithin, Fette, Kohlehydrate, nam in der Leber die glycogene Substanz, phosphorsaures Kali und andere wichtige Blu Wasser, specifische Bestandtheile, Extraktivstoffe. Ihre Zusammensetzung ist dem F mehr oder weniger ähnlich.

Thierische Nahrungsmittel (nach Moleschott):

	Fleisch von			Leber der		
n 1000 Theilen:	Säugethieren	Vögeln	Fischen	Wirbelthiere	Hühnereier	Milch
Fasser	728,75	729,83	740,82	720,06	735,04	861,53
lbuminate . . .	174,22	202,61	137,40	128,20	194,34	39,43
imgebende Substanz	31,59	14,00	43,88	37,38	—	—
ett	37,15	19,46	45,97	35,04	116,37	49,89
ohlehydrate . . .	—	—	—	59,26	3,74	43,23
xtraktivstoffe . .	16,90	21,11	16,97			—
alze	11,39	12,99	14,96	14,06	10,51	5,92

Der grössere Gehalt an Lecithin in den Eiern, im Gehirn etc. ist sehr beachtenswerth (Brücke), da der animale Organismus dasselbe zum Aufbau seiner wichtigsten Organe (Nervengewebe, Samen etc.), in grösserer Menge, überhaupt zum Wachsthum alles Protoplasmas (Hoppe-Seyler) nothwendig bedarf. (Ueber sein Vorkommen im Pflanzenreiche cf. S. 78.)

Hygieinische Betrachtungen. — Freiwillige Veränderungen des Fleisches. chon im lebenden Thiere finden sich wesentliche Schwankungen in der Zusammensetzung eines Muskelfleisches, die sich hauptsächlich auf die Veränderung seines Wasser-, Fett- und traktgehaltes beziehen. Für den Ernährungswerth ist wichtig, dass das gemästete Fleisch sehr viel reicher an festen Stoffen ist als das ungemästete, so dass der reale Werth des gemästeten Fleisches, durch seinen geringeren Wassergehalt und gesteigerten Fettgehalt, des mageren sehr bedeutend übertrifft. Z. B. mageres Schweinefleisch hatte nach meinen mmungen 21,0% feste Stoffe, ein fettes Stück von demselben Thier dagegen 22,2%. Die hiedenen Muskeln desselben Thieres zeigen eine Verschiedenheit in ihrem Wassergehalte. aninchenrückenmuskeln fand ich die festen Stoffe zu 23,9%, das Herz enthielt dagegen 21,6%. Nach E. Bischoff differirt der Wassergehalt zwischen der Stammmuskulatur und Herzen bei dem Menschen ebenfalls um mehrere Procente im gleichen Sinn wie bei den nchen. Das Fleisch gehetzter Thiere (Jagdthiere) soll ungesund sein. Ebenso das Thieren, die an manchen Krankheiten gestorben sind. Der Leber des Eisbären wergiftige Eigenschaften zugeschrieben. Ueber die Ursachen dieser Schädlichkeiten ist noch ig Sicheres bekannt. Die rasche Fäulniss des Fleisches, die nach Krankheiten eintritt, elt in dem einen Fall sicher eine Hauptrolle.

Nach dem Tode des Thieres macht das Fleisch in analoger Weise, als wenn es vom Körr getrennt ist, gewisse regelmässige Veränderungen durch. Zuerst verschwindet die normale neutrale Reaktion des Fleisches und macht einer ansteigenden sauren Reaktion Platz. s Myosin wird dadurch gefällt, das frisch sehr elastische, weich anzufühlende Fleisch wird arr, fester (Todtenstarre). Es findet eine Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Kohsäure statt. Auf der Höhe der Säurebildung ist das Fleisch für die Zubereitung am geschicktesten, da sich die leimgebenden Gewebe dann am leichtesten Leim verwandeln; besonders ist diese Säuerung, die auch durch künstliche unterstützt erden kann, für das Fleisch des Wildes zur Zubereitung erforderlich. Durch die Einwirung des Luftsauerstoffs bildet sich, besonders rasch bei höheren Lufttemperaturen, z. B. im mmer, ein oberflächlicher Fäulnissprocess, der mit Aufnahme von Sauerstoff, Abgabe von hlensäure und Stickstoff und mit Bildung ammoniakalischer, riechender Zersetzungsprokte des Fleisches und des Fettes einhergeht. Durch Kälte (Eis) kann dasselbe hintangelten werden, ebenso für einige Zeit durch Eintauchen des Fleisches in starken Alkohol. dlich geht bei dem Fortschritt dieser fauligen Zersetzung die saure Reaktion des starren isches von der Oberfläche fortschreitend in eine alkalische über, die Starre, das Myosinnsel, löst sich, das Fleisch fühlt sich wieder weicher an. Hat sich dieser Zustand in herem Maasse ausgebildet, so wird der Genuss des Fleisches und der Fleischspeisen schädh. Besonders in der Form von Würsten wird derartig schlechtes Fleisch noch häufiger nossen, daher sind die Wirkungen »des Wurstgiftes« besonders bekannt. Die Giftigkeit

der Würste tritt meist früher ein, als die Fäulniss sich durch Geruch deutlicher kund gibt, was bei ähnlichen Giften, wie Leichengift, das sich auch in Thierleichen entwickelt, genau ebenso ist. Von Interesse ist eine Beobachtung in dieser Hinsicht, die ich u. A. an Würsten gemacht haben, welche nach oberbayrischer Sitte aus dem Darm, in den sie zur Gewinnung der Form gefüllt wurden, nach der Anfertigung wieder herausgestrichen und nur zur Konservirung der Form oberflächlich gesotten werden. Sie bestehen aus geklopftem Kalbfleisch (Wollwürste) und haben also fertig keine Darmhülle. Diese Würste beginnen nach ein bis zwei Tagen, bei mittlerer Temperatur aufbewahrt, zu leuchten mit einem ziemlich starken phosphorescirenden Lichte. Ob diese Erscheinung mit dem aus der Herstellung stammenden Ueberzug von Darmschleim zusammenhängt, ist noch nicht konstatirt. Mit dem Fortschritt der Fäulniss, wobei sich die Oberfläche mit einer alkalischen schmierigen Schicht überzieht, hört das Leuchten auf. Diese leuchtenden Würste werden übrigens noch, wie es scheint, ohne Schaden gegessen. Am bekanntesten ist das Leuchten faulen Holzes und fauler Fische, namentlich Seefische. Auch leuchtender Harn und leuchtender Schweiss wird von E. Pflüger erwähnt. Letzterer hält die auf der Oberfläche der leuchtenden Objecte in einer »Schleimschicht« befindlichen Organismen — Spaltpilze, Infusorien etc. — für die Ursache des Leuchtens, bei ihnen erfolge die Oxydation so energisch, dass sie die der Verbrennung unterliegenden Atomgruppen in Glühhitze versetzen.

Das Wesen des Wurstgiftes ist noch nicht aufgeklärt. Vielfältig denkt man als Ursache an niedere pflanzliche Organismen, Pilze. In der neuern Zeit ist man darauf aufmerksam geworden, dass mit Fällen, bei denen Wurstgift wirklich vorhanden ist, sich auch andere mischen, bei denen durch Wurst oder Fleisch (von Schweinen) Trichinen lebend in den Körper in grosser Anzahl eingeführt werden, deren Wanderungen aus dem Darm, den sie durchbohren, in die Muskeln, in denen sie sich encystiren, mit einer Vergiftung zu verwechselnde Erscheinungen hervorbringen. Besonders durch rohes Schweinefleisch können auch Cysticerken (Finnen) in den Darmcanal eingeführt werden, die Anlass zur Bildung von Bandwürmern werden. Durch fortgesetzte Siedehitze werden diese Organismen getödtet, das Fleisch, das sie enthält, unschädlich.

Zur Untersuchung des Fleisches. — Ueber die saure oder alkalische Reaktion gibt eine Prüfung mit blauem Lakmuspapier, das durch Säuren geröthet wird, und ein Curcumapapier, dessen gelbe Farbe durch Alkalien gebräunt wird, einfachen Aufschluss. Man drückt ein kleines Stückchen des auf seine Reaktion zu prüfenden Fleisches auf ein grösseres Stück des Reagenspapieres auf; es entsteht dann ein rother resp. brauner Fleck. Geröthetes Lakmuspapier wird durch Alkalien gebläut, was für diesen Zweck fast noch sicherere Resultate als mit Curcumapapier gibt. Fortgeschrittene Fäulniss diagnosticirt das Geruchsorgan am sichersten; bei oberflächlich riechendem Fleische sind oft die inneren Schichten noch auf dem Maximum ihres Säuregehalts; das ganze kann (Wild) noch gesund zu geniessen sein, da die Fäulnissprodukte durch (Erhitzen) Kochen zerstört werden. Bei eigentlicher Fäulniss zeigt das Mikroskop die unten bei der Harnfäulniss abgebildeten niedere Fäulnissorganismen und die Sargdeckelformen der phosphorsauren Ammoniakmagnesiakrystalle. Ueber Cysticerken und namentlich Trichinen gibt auch das Mikroskop Aufschluss. (Fig. 59.) Die Cysticerken oder Finnen treten auf der frischen Schnittfläche von Schweinefleisch, wenn man dieselbe seitlich zusammendrückt, als ein stecknadelkopf- bis erbsengrosses Bläschen trüb und graulichweiss hervor. Die Zunge ist ein Hauptsitz der Finnen, aus denen bekanntlich viele Bandwürmer des Menschen entstehen. Durch Erhitzen (Kochen, Braten), weniger sicher durch Einsalzen und Räuchern werden die Finnen getödtet; bei grösseren Fleischstücken erreicht aber die Temperatur auch bei der Zubereitung durch Wärme häufig die erforderliche Höhe zur Zerstörung des Lebens der Finnen nicht. Die noch gefährlichere Tr

Fig. 59.



Eingekapselte Trichine beim Menschen. *a* Muskelfäden; *b* Kapsel; *c* Wurm.

chine hat etwa 1 mm Länge, sie sitzt in grösster Anzahl bei trichinösen Thieren besonders in den mehr sehnigen Theilen des Muskels in der Nähe des Knochens, am zahlreichsten meist in den Nackenmuskeln, im Zwerchfell, in den Augenmuskeln etc. Zur Untersuchung nimmt man aus verschiedenen Stellen, namentlich aber aus der Nähe des Knochens kleine Stückchen parallel zur Fleischfaser, welche man fein zerzupft und mit Wasser, im Nothfall mit etwas Kalilaugezusatz, bei 50—100facher Vergrösserung untersucht. Starke Hitze tödtet die Trichine, Räuchern und Einsalzen nicht.

Getreide und andere vegetabilische Nahrungsmittel.

Der Wilde ist im Stande, von Fleisch allein, dem er nur noch Speck oder Fett zusetzt, zu leben. Die Gesittung der Welt ist an die Kenntniss des Getreidebaues geknüpft. Dieser macht es möglich, dass auf einen verhältnissmässig kleinen Raum zusammengedrängt eine bedeutende Anzahl von Bewohnern gesellig ihren Lebensunterhalt zu finden vermag, während der Jäger jeden Fremden, der das Jagdgebiet betritt, von dem er seine mühselig erkämpfte spärliche Nahrung zieht, als seinen natürlichen Feind betrachten muss. Die Civilisation, die in dem geselligen Zustande der Menschen wurzelt, hat ihren letzten Grund in der vergleichsweise mühelosen Art, mit welcher der Ackersmann im Verhältniss zum Jäger nicht nur Nahrung für sich, sondern auch für andere, die nicht auf dem Felde arbeiten, zu gewinnen vermag.

Der Grund, warum die Menschheit seit den ältesten Zeiten auf den Anbau der Körner- und Hülsenfrüchte gekommen ist, scheint, von physiologischer Seite betrachtet, der zu sein, dass diese eingeschlossen in eine unlösliche, unverdauliche Hülle eine Mischung von Nahrungsstoffen enthalten, welche in allen Beziehungen der Milch und dem Fleische sehr ähnlich ist. Wir finden hier die gleichen anorganischen Salze, die Salze des Blutes, vorwiegend Kali und Phosphorsäure, reichlich gemischt mit organischen Stoffen, welche der Gruppe der Albuminate, der Kohlehydrate und Fette angehören. Doch sind letztere in geringerer Menge vorhanden. Die Hauptbestandtheile sind, wie uns aus der Zellenchemie schon bekannt (cf. S. 64), die Pflanzeneiweissstoffe, das Stärkemehl und die Salze.

Chemische Zusammensetzung. — Nach Will und Fresenius enthält in 100 Theilen Asche

	rother Weizen:	weisser Weizen:
Kali	21,87	33,84
Natron	15,73	—
Kalk	1,93	3,09
Magnesia	9,60	13,54
Eisenoxyd	1,36	0,31
Phosphorsäure	49,36	49,21
Schwefelsäure	—	—
Kieselerde	0,15	—

Auffallend ist es, wie in diesen Pflanzengeweben das Natron z. Th. das Kali ersetzen kann, während bei den Thieren und ihren Organen von einer solchen Vertretungsmöglichkeit Nichts bekannt ist.

Das Mehl, welches man aus den Getreidefrüchten bereitet, weicht je nach seiner grösseren oder geringeren Reinheit an Kleie von der Zusammensetzung des Gesammtkornes ab.

PAYEN fand, dass die Pflanzeneiweissstoffe, der Kleber, in den äusseren Theilen des Korn in grösserer Menge angehäuft seien wie in den inneren, so dass also derjenige Antheil d Mehles, welcher bei mangelhaften Mühleneinrichtungen bei der Kleie bleibt, sehr albumi reich ist. Das Mehl aus den Aussenschichten der Körner enthält bis zur Hälfte mehr Eiweis substanzen als das Mehl von dem Kerninnern. In einigen Gegenden wird aus grobgemahlene Gesammtmehl mit der Kleie das Brod gebacken, wie in Westphalen der sogenannte Pumper nickel (cf. unten). Die verschiedenen Getreidearten weichen bis zu einem gewissen Grade i der Zusammensetzung von einander ab. 100 Theile trockenes Mehl enthalten:

	Weizen:	Roggen:	Gerste:	Hafer:
Eiweissstoffe	12—13 %	11—12 %	5—10 %	4—11 %
Stärkemehl (und Zucker)	73,5 -	71,9 -	73—83 -	68,5 -
Fett	1,2 -	1,6 -	2,0 -	2—6 -
Zellstoff		5 -	9,7 -	11,6 -

Zur ärztlichen Mehluntersuchung. — Um Roggenmehl auf Mutterkorn zu prüfer überschüttet man etwas von dem Mehle in einer Glasröhre (Proberöhre) mit dem gleiche Volum Essigäther, fügt ein wenig Oxalsäure hinzu und erhitzt vorsichtig einige Minuten lan zum Kochen. Wenn Mutterkorn im Mehl vorhanden war, so erscheint nach dem Erkalten di über dem Mehl stehende Flüssigkeit mehr oder weniger röthlich gefärbt (BÖTTGER). —

Mehlsorten. — Die Praxis hat seit lange neben Reis und Mais auch Hirse und de **Buchweizen** zu den Getreidefrüchten gezogen. Die chemische Analyse bestätigt dieses voll kommen, da sie besonders eine fast absolute Uebereinstimmung des Buchweizens mit de Roggen bemerkt, die vor Allem auch in der Asche sehr deutlich sich herausstellt.

	Buchweizen:	Mais:	Reis:	Hirse:
Eiweissstoffe .	3— 9 %	11,5 %	5,8—7,5 %	14,5 %
Kohlehydrate .	55—76 -	67,6 -	80 -	66,5 -
Fett	1—1,5 -	6—7 -	—	3 -

Die Hülsenfrüchte stehen in ihrer Zusammensetzung den Getreidearten sehr nahe; sie ent halten auch Lecithin und Cholesterin. Es überwiegt bei ihnen der Gehalt an Eiweiss stoffen ziemlich bedeutend. Diese wurden mit dem Namen (cf. S. 64) Legumin oder nach LIEBIG Pflanzencaseïn bezeichnet. Es rührt dieser Name daher, dass sie sich in gewissem Sinne dem Caseïn der Milch analog verhalten. Wenn man Erbsen, Bohnen oder Linsen welche einige Zeit in lauem Wasser gequollen waren, zu einem Brei zerreibt und diese durchseiht, so bildet sich in der abgeseihten Flüssigkeit, die schon dem Aussehen nach ei Aehnlichkeit mit Milch besitzt, ein starker Bodensatz, der aus Stärkemehl besteht: das Pfla zencaseïn bleibt gelöst. Die Auflösung ist trübe und nimmt leicht von selbst durch Milc säurebildung wie die Milch eine saure Reaktion an, die rasch zunimmt und das Caseïn g rinnen macht, so dass sich dieses nach etwa 24 Stunden ausgeschieden hat; die Flüssigk gesteht dann zu einer zarten, gallertigen Masse. Man kann die Flüssigkeit ebenso wie d Milch durch Sieden vor dem Gerinnen schützen, wobei gerade wie dort eine Haut auf d Oberfläche entsteht — **Pflanzenkäse.** — Die Chinesen bereiten auf die angegebene Weise a Erbsen einen wirklichen Käse, den sie Toa-foo nennen, und den man häufig auf d Strassen von Canton verkaufen sieht. Er enthält natürlich auch noch Stärke neben de Pflanzencaseïn, ist aber sonst ebenso gesalzen und zubereitet wie Käse. — Zucker, der allen Getreidearten sich findet, kommt bei den Leguminosen mit Ausnahme der Zuckererb nicht vor. Dagegen findet sich in ihnen wie im Getreide Gummi, Schleim und Fett, jen wachsartige Körper, der sich fast aus allen Pflanzentheilen gewinnen lässt. — Es enthalt 100 Theile trockene Substanz:

	Erbsen:	Linsen:	Bohnen:	Saubohnen
Eiweissstoffe . .	22 %	26—29,7 %	22,6—24,5 %	25 %
Stärkemehl . .	59 -	54 -	,55,8 -	56 -
Fett	2,5 -	2 -	0,7—2 -	1,3 -

: Ausnutzbarkeit des Leguminoseneiweisses wird sehr beträchtlich dadurch gesteigert, e Leguminosen als feines Mehl genossen werden. Dann bleiben nach STRÜMPELL nur ausgenutzt im Darm, während das Eiweiss der mit den Hülsen, ganz gekochten Linsen 40% im Koth abgeht. Das Linsenmehl, überhaupt das Leguminosenmehl gehört also verdaulichsten Nahrungsstoffen. (cf. unten Krankenkost.)

Asche der Hülsenfrüchte zeigt einen geringeren Phosphorsäuregehalt, aber eine belere Menge von Schwefelsäure als die Getreideasche und reichlich Chlornatrium (4%).

lassen sich die **echten Kastanien** anschliessen, die verhältnissmässig noch eiweissreich enigstens reicher als die Kartoffeln; sie enthalten in 100 Theilen:

Wasser . .	53,71
Albuminate .	4,46
Kohlehydrate	39,44
Fette . . .	0,87
Salze . . .	1,52.

: **Kartoffel** unterscheidet sich von den bisher genannten Früchten nicht wesentlich, itzt sie einen weit höheren Wassergehalt als diese, wodurch ihr Nahrungswerth für iche Gewicht bedeutend herabgesetzt wird. Während der Wassergehalt der bisher ten Samen etwa 14% beträgt, und nach den besten Untersuchungen von 9% bis höch-)% schwankt, stellt sich der Wassergehalt der Kartoffel zwischen 70—81%, so dass sie h nur zwischen 19—30% feste Theile enthält. In den Zellen, aus welchen die Knolle toffel besteht, finden sich an den Wänden Stärkemehlkörnchen abgelagert; übrigens mit Flüssigkeit gefüllt, in welcher die stickstoffhaltigen Bestandtheile gelöst sind: Ei-ınd eine Spur 1/1000 eines nichtgiftigen krystallisirbaren Stoffes, der nach seinem Vor-n im Spargel den Namen Asparagin erhält. Der Saft der frischen Kartoffel ist sauer osphorsäure, Salzsäure und Apfelsäure. Schwefelsäure fehlt in ihm. Die Zellenhüllen heiden sich von der Zellensubstanz — Holzfaser — der meisten übrigen Pflanzen dadass sie durch Kochen gallertig werden und durch verdünnte Säuren in Zucker und übergehen, so dass sie also mit zur Ernährung beitragen können. In den Keimen der el entwickelt sich eine giftige organische Basis, das nicht krystallisirbare Solanin, s in ungekeimten Kartoffeln nicht gefunden wird. Wenn Kartoffeln frieren, so zeigen ı nach dem Aufthauen zuckerreicher, süsser. Man muss die gefrorenen Kartoffeln, die len Schaden gegessen werden können, so lange sie nicht gefault sind, dadurch vor dem ı und der Fäulniss schützen, dass man sie gefroren erhält, wenn man sie nicht soverwenden kann. Der Frost zerstört die normale Structur der Zellhüllen. Das Welk-ı kommt von einer rasch eintretenden Wasserverdunstung durch die Zellhüllen, die benseigenschaft: Wasser zurückzuhalten, verloren haben. Der Stärkegehalt der Karschwankt zwischen 16% und 23% der frischen Kartoffel. Der Eiweissgehalt beträgt ,5%. Auf trockene Substanz berechnet ergibt sich der Eiweissgehalt circa zu 8%, ırkegehalt zu 70,8%. In der Kartoffelasche wiegen die Alkalien vor: 60% Kali, datritt die Phosphorsäure zurück: 13%. Die Asche enthält Schwefelsäure 8%; da sie ı Safte fehlt, so muss sie sich erst bei dem Verbrennen namentlich des Eiweisses der fel bilden. In 100 Theilen Kartoffelasche sind nach WAY:

Kali	46,96
Chlorkalium .	8,11
Chlornatrium .	2,41
Magnesia . .	13,58
Kalk . . .	3,35
Phosphorsäure	11,91
Schwefelsäure	6,50
Kieselerde . .	7,17.

Die **Olive**, die Frucht des Oelbaums (Olea europaea), ist namentlich für die Gegenden, elchen sie gedeiht, eine der wichtigsten Nahrungsfrüchte. Das Olivenöl wird durch

Pressen aus dem fleischigen Theil der Frucht genommen. Das kalt gepresste ist das Provenceröl, das warm gepresste Baumöl ist blassgelb, durch Auskochen der Oelkuchen mi Wasser erhält man das grüne Baumöl: Malagaöl. Erdnussöl und Rapsöl dienen z. Th. als Ersatz für das Baumöl auch zum Genuss; wichtiger in diesem Sinne ist das Leinöl, welches vielfach als Ersatz für Butter verwendet wird, auch die Cacaobutter muss hier erwähnt werden.

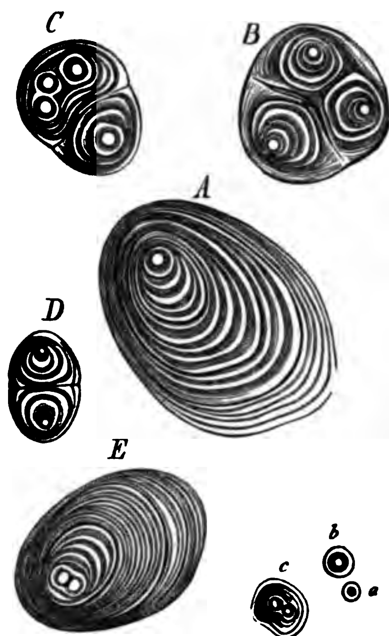
Hygieinische Betrachtungen. — Bei der Zubereitung der Feldfrüchte zum Genuss für den Menschen will man entweder die ganze Frucht, wie sie die Natur darbietet, verwenden, oder nur einzelne Nahrungsbestandtheile derselben gewinnen. Im letzteren Sinne haben wir jene Käsebereitung aus Hülsenfrüchten schon besprochen. Hierher gehört auch die Stärkemehlgewinnung aus den Kartoffeln und Getreidesamen, ebenso die Bierbrauerei und Branntweinbrennerei, bei welchen das Stärkemehl zuerst in Zucker und dieser dann in Alkohol umgewandelt wird. Der Rückstand, welcher von der Alkoholbereitung in beiden Fällen bleibt, hat noch einen hohen Nahrungswerth. Es enthalten die Schlempe und die Trebern noch fast alle Eiweisskörper und einen Theil der stickstofflosen Bestandtheile, wodurch sie als Viehfutter einen hohen Werth behaupten.

Brod. — Bei der Bereitung des Mehles zum Brode wird das Mehl in eine chemische und physikalische Beschaffenheit übergeführt, in der es sowohl von den Kauwerkzeugen gehörig bearbeitet als auch von den Verdauungssäften leicht verändert werden kann. Die rohe Stärke ist an sich für den menschlichen Organismus kaum in grösseren Quantitäten verdaulich. Sie wird es aber durch die gleichzeitige Einwirkung von Hitze und Feuchtigkeit, welche sie in den gequollenen Zustand überführt. Während diese beiden Agentien auf die Stärke einwirken, bleiben sie auch nicht ohne Einfluss auf die Eiweissstoffe des Mehles. Diese fangen an sich theilweise zu zersetzen, ebenso unter der Einwirkung von Fermenten der Zucker, welcher schon anfänglich in den Getreidesamen vorhanden ist und sich im Mehle noch weiter erzeugt, wo er unter Umständen 3—4 Procent betragen kann. Während also die Stärke löslich wird, geht gleichzeitig ein Process der Alkoholgährung und Kohlensäureentwickelung in dem Teige vor sich. Bei dem Backen des Brodes wird diese Alkoholgährung, welche schon an und für sich im Teige, aber nur langsam erfolgt, durch künstliche Gährungsmittel, welche man möglichst gleichmässig dem Teige zumischt, in höherem Maasse und gleichzeitig im ganzen Brode angeregt. Es wird dem Teige zu diesem Zwecke entweder Hefe oder Sauerteig zugesetzt; letzterer ist ein Stück Teig, welches, längere Zeit aufbewahrt, in starke Gährung übergegangen ist. Als Sauerteig — er hat seinen Namen davon, dass die Gährung nicht bei der Alkoholbildung stehen bleibt, sondern bald auch saure Produkte: Milchsäure erzeugt — wird von der letzten Brodbereitung immer ein Theil des Brodteiges aufgehoben. Da auf dem Lande zwischen dem Backen eine längere Zeit verläuft, wird er natürlich stärker sauer und gibt dadurch Veranlassung zu der gewöhnlich sauren Beschaffenheit des Landbrodes. Die Gasentwickelung bei der Gährung, welche man vor dem eigentlichen Backen meist in einem gewärmten Raume erfolgen lässt — Gehen des Teiges — hat vor Allem den mechanischen Zweck der Auflockerung. Der Brodteig wird so zäh gemacht, dass die sich entwickelnden Gasblasen in ihm nicht wie in einer Flüssigkeit an die Oberfläche steigen können; sie bleiben an dem Ort ihrer Entstehung und dehnen sich hier bei Steigerung der Hitze aus. Daher erlangt das gute Brod seine lockere Beschaffenheit, die es vor dem nicht gelungenen, speckigen als ein weit besser verdauliches Nahrungsmittel auszeichnet. Bei dem schwarzen oder Roggenbrode wird dem Mehle nur noch Wasser und Kochsalz zugesetzt neben dem Stückchen alten Mehlteig, der die Gährungserregung übernimmt. Bei dem Weissbrode, aus Weizenmehl bestehend, wird die Gährung oft durch Hefe hervorgerufen. Nur den Kunstbackwerken werden noch Milch, Butter oder Eier zugesetzt, wodurch natürlich ihr Nahrungswerth sehr gesteigert werden kann. Sie spielen aber im Verhältniss zu den besprochenen Volksnahrungsmitteln: Schwarzbrod in Deutschland und Russland, Weissbrod in England und Frankreich, eine nur verschwindende Rolle. Bei dem Backen wird das

Brod durch eine harte Kruste vor dem allzustarken Verdunsten des Wassers geschützt. Diese Kruste, welche die Einwirkung der Hitze im höchsten Maasse erfahren hat, ist zum Theil durch Röstung zersetzt, ein Theil ist in Stärkegummi, andere Theile noch weiter verändert. Die gebildeten Zersetzungsprodukte gehören wesentlich zum Wohlgeschmack des Brodes. Auch die Zuckerbildung geht während des Backens im Brode noch fort, so dass z. B. die gebackenen Semmeln mehr Zucker enthalten als der ungebackene Teig, da die in heissem Wasser gequollene Stärke beim Erhitzen sich in Stärkegummi und Zucker verwandelt, was durch verdünnte Säuren noch beschleunigt werden kann. Die verschiedene Verdaulichkeit der verschiedenen Brodsorten hängt zum weit überwiegenden Antheil von der Feinheit des zum Brodbacken verwendeten Mehles ab. Mayer verdaute von Weissbrod 94,4 %, von saurem Schwarzbrod, Roggenbrod 90 %, vom Pumpernickel, obwohl als Westfale an dessen Genuss von Jugend auf gewöhnt, nur 80 %. Der Pumpernickel besteht aus dem gröbsten Mehl.

Stärkemehl. — Es ist hier noch zu erwähnen, dass das Stärkemehl der verschiedensten Früchte in der elementaren Zusammensetzung identisch ist. Das Kartoffelstärkemehl (Fig. 60) unterscheidet sich chemisch, abgesehen von dem Quellungsvermögen, wodurch seine Verdaulichkeit wesentlich bedingt wird, nicht von dem Arrowroot (Pfeilwurzelstärkemehl), von der Sago-Stärke aus dem Marke der Palmen, oder von der Stärke des Isländischen Mooses. Die Gestalt der Stärkekörnchen zeigt, wie ihre Grösse, bei den verschiedenen Pflanzensorten Verschiedenheiten. Das Kartoffelstärkemehl des Handels ist meist eine sehr reine Substanz, welcher fast alle verunreinigenden Beimischungen fehlen: es enthält eine Spur von mineralischen Stoffen, besonders phosphorsaure Salze, Zucker, Dextrin und etwa 0,5 pro mille eines wachsartigen Pflanzenfettes.

Fig. 60.



Stärkekörner aus einer Kartoffelknolle (800). *A* ein älteres einfaches Korn; *B* ein halb zusammengesetztes Korn; *C*, *D* ganz zusammengesetzte Körner; *E* ein älteres Korn, dessen Kern sich getheilt hat; *a* ein sehr junges Korn, *b* ein älteres, *c* noch älter mit getheiltem Kern.

Zucker. — Ueber den Zucker als Nahrungsstoff bedarf es hier keiner weiteren Auseinandersetzungen mehr, da wir das Nöthige schon bei der Besprechung des Zellenchemismus beigebracht haben.

Wenigstens für Pflanzenfresser ist auch die Cellulose, Holzfaser, in ziemlichem Maasse verdaulich, wie Häubner u. v. A. fanden. Für den Menschen scheinen nur die zartesten Modifikationen (z. B. in den Kartoffeln) verdaulich zu sein.

Obst. — Der Zucker wird ausser als Gewürzstoff noch neben Stärkemehl auch in den Gemüsen und Obstsorten in ziemlicher Menge genossen. Der Nahrungsgehalt des Obstes besteht zum überwiegenden Theile aus Zucker, der gemischt mit verschiedenen organischen Säuren demselben den specifischen Geschmack ertheilt. Als Beispiel kann die Analyse der Pflaumen dienen: sie enthalten bei einem Wassergehalt von 71,1% 28,9% feste Stoffe, von denen 24,81% Zucker sind. 2,06% sind Gummi und 1,11% Cellulose. Die organischen Säuren machen etwa ½, die Eiweissstoffe ¼ Procent aus. Ihre Salze sind die uns bekannten Blutsalze. Das Erquickende und Erfrischende des Genusses der meisten Früchte, sowie ihre günstigen Resultate auf die Ernährung namentlich der Kinder, muss dieser glück-

lichen Mischung der Bestandtheile der Früchte zugeschrieben werden; ein wesentliche fällt dabei auf die Säuren und Salze. Besonders enthalten Citronen in ihrem Saft reichlich Kalisalze, die zur Organbildung unerlässlich sind. Hier reihen sich die z reichen künstlichen Pflanzensäfte an.

Grüne Gemüse. — Die auch als Nahrungsmittel dienende Runkelrübe bietet noch weiteres Interesse dar, weil aus ihr der Rübenzucker bereitet wird, welcher der nialzucker bei uns fast vollkommen verdrängt.

Nach Horsford und Krocker enthält die Runkelrübe in 100 Theilen:

	frisch	trocken
Eiweissartige Körper	2,04	11,5
Zucker	12,16	68,8
Cellulose und die übrigen stickstofffreien Körper	2,56	14,7
Mineralische Substanzen	0,89	5,0
Wasser	82,25	—
	100,00	100,0

	Gelbe Rüben	Kohlrabi	Blumenkohl	Gurken
Wasser	85,31	80,00	81,89	97,14
Albuminate	1,55	2,00	0,50	0,12
Kohlehydrate	13,34	17,00	1,80	2,62
Extraktivstoffe	0,04	—	—	0,04
Fette	0,25	0,30	—	—
Salze	1,52	5,00!	0,76	—

Von der Asche sind 70—80 Procent auflöslich und bestehen aus kohlensaurem, sch saurem, salzsaurem und phosphorsaurem Kali und Natron; Kali und Phosphorsäure wiegen. Der im Wasser unlösliche Theil besteht aus kohlensaurem und phosphorsaurem und Bittererde, aus Eisenoxyd und Kieselerde.

Bei den grünen Pflanzen ist der Salzgehalt sehr bedeutend und wir dass die Bestandtheile desselben mit den Blutsalzen vollkommen übereinstimmen. Da wird ihre hohe Bedeutung erklärlich, die sie besonders dann erhalten, wenn, wie auf Seereisen, das als Nahrung dienende Fleisch gesalzen ist, die Blutsalze ihm also entzogen Die Heilung des z. Thl. aus dem Salzfleischgenuss resultirenden Krankheitszustande Skorbutes, gelingt durch Zusatz von Gemüse zur Nahrung, dem man freilich nicht, in deutschen Küchen so häufig geschieht, durch vorheriges Kochen und Wegschütt Kochwassers den Hauptgehalt an Nahrungsstoffen — nämlich fast alle löslichen standtheile: Salze, Zucker etc., entziehen darf. Wir entnehmen v. Gorup-B folgende Tabelle über die Gemüseasche, in 100 Theilen Asche sind enthalten:

	gelbe Rübe	weisse Rübe	Weisskraut	Rosenkohl	Spargel	C
Kali	37,55	48,56	48,32	17,05	22,85	
Natron	12,63	—	—	—	2,27	
Chlorkalium	—	—	9,33	8,63	—	
Chlornatrium	4,91	4,44	—	—	7,97	
Magnesia	3,78	2,26	3,74	15,09	6,34	
Kalk	9,76	6,73	12,64	25,88	15,91	
Eisenoxyd	0,74	0,66	—	2,86	5,11	
Phosphorsäure	8,37	7,65	15,99	23,91	18,32	
Schwefelsäure	6,34	12,86	8,30	—	7,32	
Kieselerde	0,76	0,96	0,40	6,58	12,58	
Kohlensäure	15,15	14,82	—	—	—	

Weitere Angaben über die Zusammensetzung der Nahrungsmittel finden sich zu des Cap. V.

Die Konservirungsmethoden des frischen Gemüses in hermetisch verchlossenen Blechbüchsen gewinnt für die oben angeführten Fälle eine hohe Gesundheitsbedeutung. — Pflanzensäfte finden als Heilnahrungsmittel passend Verwendung.

Der Mensch isst alle die genannten Nahrungsstoffe und Nahrungsmittel nicht einzeln, sondern zu Gerichten gemischt. »Geleitet durch den beinahe zum Bewusstsein gelangten Instinkt, den wegekundigen Führer, und durch den Geschmack, den Wächter der Gesundheit, ist der erfahrene Koch in Beziehung auf die Wahl, Zusammenstellung und Zubereitung der Speisen und ihrer Aufeinanderfolge zu Errungenschaften gelangt, welche Alles übertreffen, was Chemie und Physiologie in Beziehung auf die Ernährungslehre geleistet haben. In der Suppe und den Fleischsaucen ahmt er den Magensaft nach, und in dem Käse, womit er die Mahlzeit schliesst, unterstützt er die Wirkung des auflösenden Magenepitheliums. Die mit Speisen besetzte Tafel erscheint dem Beobachter gleich einer Maschine, deren Theile harmonisch zusammengefügt und so geordnet sind, dass damit, wenn sie in Thätigkeit gesetzt sind, ein Maximum von Wirkung hervorgebracht werden könnte« (Liebig).

Freiwillige Veränderungen der vegetabilischen Nahrungsmittel. — Wie alle echten organischen Stoffe unterliegen auch die vegetabilischen Nahrungsmittel der Einwirkung des Luftsauerstoffs und der Gährungs- und Fäulnisserreger, was besonders bei den wasser-, eiweiss- und zuckerreichen Vertretern derselben, wie Fruchtsäften, bald zu wesentlichen Veränderungen führt: Alkohol- und Essigsäuregährungen treten ein, die sich leicht dem Geschmack verrathen. Bei den Früchten geht einige Zeit noch der Vorgang des »Nachreifens« fort, die Pflanzensäuren verschwinden und es treten reichlicher Zucker und Stärkemehl auf. Verletzt verwesen und faulen sie. Ueber die Veränderungen der Kartoffeln durch Keimen und Frieren wurde schon oben das Nöthige beigebracht. Das Frieren bringt bei Früchten und Gemüsen die gleiche Wirkung wie bei den Kartoffeln hervor, nach dem Aufthauen welken und faulen sie rasch aus den angegebenen Gründen. Das feuchte Brod erleidet analoge Veränderungen wie die anderen vegetabilischen Stoffe; es bilden sich oft rasch reiche Pilzvegetationen (Schimmel), meist aber schützt das Brod Vertrocknung vor weitergehender Zerstörung.

Schädliche Wirkungen bringen diese freiwilligen Veränderungen meist nur in untergeordnetem Grade hervor, im Allgemeinen hat man sich vor allem Verdorbenen zu hüten. In faulendem Mais entsteht ein Gift, welches bei subcutaner Injection auf Frösche und Kaninchen tödtlich wirken kann (Husemann). Die Schädlichkeit des unreifen Obstes ist in ihren Ursachen und Wirkungen allgemein bekannt, überhaupt zeigt sich das Uebermaass des Genusses auch von reifem Obst wie alles Uebermaass schädlich, wie die Erfahrungen der Militärärzte aus dem deutsch-französischen Kriege (1870 bis 1871) über den Genuss auch gereifter Trauben beweisen, während bekanntlich reichlicher Traubengenuss als Traubenkur vielfach sich schon hygieinisch bewährt hat. Dass bei alleinigem Genuss von Früchten die Allgemein-Ernährung nothleiden muss, geht aus der relativ geringen Menge von Albuminaten und Kohlehydraten hervor, welche wir durch eine anscheinend beträchtliche und den Magen füllende Quantität einführen. Sie bestehen ja der Hauptmasse nach aus Wasser. Der Genuss der Leguminosen, sauren, schwarzen Brodes, überhaupt reichlicher trockener Pflanzenstoffe ruft eine reichliche Entwickelung von Darmgasen hervor. Feinstes Leguminosenmehl zeigt aber diese Wirkung nicht. Man schreibt vegetabilischen Stoffen specifische Wirkungen auf gewisse Organe zu. Der reichliche Salzgehalt wird bei Früchten etc. die Harnausscheidung steigern können, einige der aufgenommenen organischen Stoffe gehen in den Harn über (cf. abnorme Harnbestandtheile). Nach dem Genuss von organischen Substanzen, die reich an oxalsauren Salzen sind (z. B. Sauerampher), wird Oxalsäure als oxalsaurer Kalk im Harn ausgeschieden, was zur Bildung von Harnkonkrementen Veranlassung geben könnte. Die organischen Nährsubstanzen, die scharfe ätherische Oele enthalten, sollen den Geschlechtstrieb anregen. Man hat dafür den Spargel, Schnittlauch, Sellerie etc. wohl in fälschlichem Verdacht.

Zur Untersuchung chemischer Art (über Mutterkorn cf. oben S. 180) findet hier der

Arzt selten Veranlassung. Der Unterschied der verschiedenen Stärkesorten wird mit (Mikroskop erkannt. Gut ausgekochte Kartoffelstärke ist, wie die LIEBIG'sche Kin suppe lehrt (cf. diese), für Kinder und Leute mit schwacher Verdauung vollkommen zut lich. Der Vorzug der anderen Stärkesorten beruht vor Allem in der Leichtigkeit, mit der bei der kulinarischen Zubereitung die für ihre Benutzung als Nahrungsmittel nöthigen V änderungen erfahren, worauf ihre Verdaulichkeit beruht.

Die Beimischungen metallischer Stoffe zu den Nahrungsmitteln sind z Theil der Gesundheit schädlich. Die metallischen Stoffe, die hier in Frage kommen, si Blei, Kupfer, Zink, Zinn, Eisen. Das letztere ist in seinen Verbindungen sehr unschädl ebenso das Zinn, während die Einverleibung der drei ersteren deutlich mit nachtheili Folgen für die Gesundheit verknüpft sind. Besonders durch Kochgeschirre werden die Met verschleppt. Die Glasur irdener Geschirre ist bleihaltig und könnte, wenn sie schl aufgebrannt ist und absplittert oder sich chemisch ablöst, Veranlassung zu Bleierkranku geben. Die Zinngeschirre sind meist ebenfalls mit Blei legirt und können durch Aufbewal saurer Substanzen in ihnen diesen einen Gehalt an Blei mittheilen. Zinkgeschirre kom seltener im Gebrauch vor, es ist bei Milch und Wasser schon auf die daraus entspringen Gefahren aufmerksam gemacht worden. Doch steht das Zink mit Kupfer legirt als Mes in vielfältigem Gebrauch, ebenso Geschirre aus reinem Kupfer. Alle sauren Flüssigkei z. B. Fruchtsäfte, lösen das Kupfer und Zink in ziemlicher Menge auf und geben dadurch V anlassung zur Einführung dieser Metalle in den Organismus, mit allen daraus entspring den schädlichen Folgen.

Von den angeführten metallischen Giften ist den Aerzten das Blei am bekanntesten, seine specifischen Einwirkungen, Bleikolik und Bleilähmung, sich bei Individuen, die viel Blei in Bleifabriken oder mit Bleifarben (Maler, Anstreicher und Farbenbereiter) oder [redacted] glasuren (Töpfer) zu thun haben, sich häufig zeigen und so charakteristisch sind, da[redacted] kaum verkannt werden können. Doch sind in der letzten Zeit manche Fälle bekannt gew[redacted] welche zeigen, wie häufig auch bei anderen als den genannten besonders ausgesetzt[redacted] schäftigungen Bleivergiftung die Ursache chronischer Erkrankungen sein kann. An[redacted] machen sich die Symptome der Beivergiftung nicht geltend, erst wenn durch das Gift [redacted] oder durch andere Ursachen eine Functionsbehinderung der Nieren auftritt, so da[redacted] Ausscheidung des Bleies durch den Harn sistirt wird, sehen wir ernstere Fälle auftret[redacted] derartigen Nierenstörungen scheint (TRAUBE) öfters der Grund für das Auftreten bedroh[redacted] Symptome zu liegen, die sonst sich nicht geltend machen, der Arzt wird darum mit star[redacted] kenden Arzneimitteln bei solchen Patienten mit Nierenleiden besonders vorsichtig sein mü[redacted] Um einige Beispiele anzuführen, so hat man beobachtet, dass unabsichtliche Bleivergiftung [redacted] trat nach Gebrauch von in Staniol (bleihaltig) verpacktem Schnupftabak österreichi[redacted] Fabrikats, sogenanntem Albanier. Die Rosshaare werden mit Blei gefärbt, was, sowi[redacted] Verarbeitung solcher schlechtgefärbter Fabrikate, Veranlassung zur Vergiftung gegeb[redacted] (HITZIG). ARCHAMBAULT macht darauf aufmerksam, dass Bleiintoxikationen bei Arbeite[redacted] beobachtet werden durch das Sieben eines Pulvers von Bleisilikat, wie es als isoli[redacted] Ueberzug eiserner Haken bei der Telegraphie benutzt wird. GEORGE JOHNSON beobachtete [redacted] vergiftung bei einem Manne, der zur Verfertigung von Mantelsäcken ein schwarzes, [redacted] bleihaltiges Glanztuch verwendete. In grösserem Maassstabe kommen Intoxikati[redacted] vor, wenn Blei in grösserer Quantität Nahrungsmitteln beigemischt wird. Der Zusatz [redacted] Schrot zu Wein macht diesen zwar süsser (Bleizucker), aber durch Blei und Arsenik [redacted] auch das Reinigen der Weinflaschen mit Schrot giebt dem Wein einen Gehalt an die[redacted] giftigen Stoffe. Eine sehr belehrende Beobachtung machten in Beziehung auf Bleiverg[redacted] MAUNOURY und SALMAN. In mehreren Dörfern der Umgegend von Chartres verbreitete sich [redacted] October 1861 bis zum März 1862 sehr schnell eine Krankheit mit allen Symptomen der [redacted] vergiftung, die in 6 Gemeinden über 300 Personen ergriff, ohne dass sie sich wieder daue[redacted] zu erholen vermochten, 15—20 starben. Nur Säuglinge blieben verschont. Nachfrage [redacted] Haus zu Haus ergab, dass alle erkrankten Familien ihr Brodmehl aus derselben Mühle [redacted]

eren Mühlsteine als Vergiftungsursache sich herausstellten. An den mahlenden der Mühlsteine befinden sich je nach ihrer Qualität mehr oder weniger zahlreiche, oder kleinere grubige Vertiefungen, welche zur Benutzung der Steine ausgefüllt müssen. Der Müller hatte zur Ausfüllung metallisches Blei benutzt, welches durch gung der Steine abgerieben dem Mehl sich beimengte, so dass das Mehl Blei im metal-Zustand und als kohlensaures und essigsaures Salz enthielt und zwar 10 Milligramm Kilogramm Mehl. Nach Beseitigung des Bleies in der Mühle erlosch die Krankheit. r Weise wurden in der Folge noch einige Bleivergiftungsepidemien von Mühlen aus-n Frankreich beobachtet, ältere unerkannte Epidemien liessen sich auf diese Ursache hren. Didierjean, Besitzer einer Mennigefabrik, machte die Beobachtung, dass reich-ilchgenuss (1 Liter pro Tag), zu dem er seine Arbeiter nach zufälliger Bemerkung nstigen Wirkung verpflichtete, als ein probates Präservativ gegen Bleiver-g wirke.

das Kupfer wird eine giftige Wirkung in kleiner Dosis von erfahrenen Aertzten be-andere bezweifeln sie. Man behauptet sogar Immunität der Kupferarbeiter gegen a, der Grünspanarbeiterinnen gegen Chlorose. Gewiss ist es, das Grünspan ires Kupfer) in bestimmter Dosis als Gift angesehen werden muss, die Höhe der Dosis i jedoch wegen des stets eintretenden Erbrechens kaum sicher feststellen. Abgesehen ch irritirenden Wirkungen auf Augen und Kehlkopfschleimhaut sollen nach G. Pécho-l C. Saintpierre die Arbeiter in den Grünspanfabriken der Departements de l'Hérault l'Aude keinerlei Beschwerden zeigen, so dass nach ihnen die tägliche langsame Ab-keinen Schaden bringen soll. Mit den gebrauchten stark kupferhaltigen Weintreber-werden Kaninchen und Geflügel gemästet. Blasius, Ulex u. v. A. behaupteten, dass ein normaler Organbestandtheil der Pflanzen und Thiere sei, Lossen zeigte aber, wie isch man gegen solche Angaben sein muss, wenn nicht kupferhaltige Apparate: Löth-sbrenner bei der Untersuchung vermieden wurden. Englische Aerzte, z. B. Clapton, n chronische Intoxikation nach fortgesetztem Genuss kupferhaltiger Getränke (die Kupfer gestanden hatten), dann bei Kupferschmieden und durch Kupferfarben. Der iss werde dabei bläulich grün (?). Zur Färbung von Mixtpickels und Spinat wird fermünze mit gekocht. Der grüne Thee ist oft durch Grünspan gefärbt. Bergeron Hôte fanden, dass der Körper des Menschen regelmässig einen durch die Nah-geführten Kupfergehalt zeige, derselbe nimmt mit dem Alter zu. Während sie die enge in der Jugend zwar qualitativ, aber nicht quantitativ bestimmen konnten, fanden s mittlere Alter 0,7—1,0, im höheren Alter 1,5 mgm.

Bleinachweis wird bei schlechter bleihaltiger Glasur, welche an Säuren Blei dadurch geführt, dass man in das zu prüfende Geschirr guten Essig giesst (von etwa serfreier Essigsäure). Nach 24 Stunden wird der Essig, der den Boden des Gefässes l zu bedecken hat, abgegossen, das Geschirr dann noch zum zweiten- und drittenmal g in derselben Weise gefüllt. Jede Portion wird dann dadurch auf Blei geprüft, dass chwefelwasserstoffwasser« zumischt, wobei eine starke schwarze Trübung nebst em flockigen Niederschlag von »Schwefelblei« die Gegenwart des Bleies anzeigt. hwarze Niederschlag ist in der ersten Essigportion am stärksten, in der dritten meist schwach, dass nur noch eine bräunliche Färbung und Trübung zu bemerken ist. ehrmaliges Auskochen der neuen Geschirre mit Essig (der dann weggeschüttet wird), alle Gefahr der Bleiabgabe der Geschirre auch an saure Speisen aufgehoben. Die Ge-ind vollkommen gut gebrannten gleich. Essig, Sauerkraut, Pflanzensäuren anderer Art, pt saure Speisen können aus schlechten Glasuren eine Beimischung von Blei erhalten, ch, Kaffee, Fleischbrühe, Suppen ziehen kein Blei aus (L. A. Buchner). Auch wenn n bleihaltigen Gefässen gekocht werden, so wird bei gleichzeitiger Anwesenheit von toffen, z. B. Fleisch, das Blei an Albuminate zu unlöslichen Verbindungen gebunden, ohne weitere Veränderungen durch den Körper hindurchgehen (Buchner) und keine sung zu Vergiftungen geben. Daraus würde sich die Thatsache erklären, dass von

Seiten der Aerzte keine durch Bleiglasur herbeigeführte Bleikrankheit berichtet wird, wie a selbst TANQUEREL DES PLANCHES in seinem Werk über Bleikrankheiten (deutsch Quedlin 1842) unter 2165 Beobachtungen keine Erkrankungen in Folge von Bleiglasur anführt. Beso für die Ernährung kleiner Kinder hat man sich jedoch nur gut gebrannter Geschirre, die her dreimal mit Essig ausgekocht wurden, zu bedienen. Für Erwachsene besteht k ernstliche Gefahr, da nach TARDIEU erst 480—960 Gran (30—60 Gramm) einen Erwachs tödten, während z. B. BUCHNER in $^1/_{10}$ Liter Essig aus schlecht glasirten Geschirren 0,07 — 0,2 Gramm Blei fand.

Die Genussmittel.

Hygieinische und physiologische Betrachtungen. — Ausser den eigentli Nahrungsmitteln werden vom Menschen noch eine Reihe von Substanzen Stoffen aufgenommen, deren Werth für den Organersatz und die Kraftproduk des Organismus nicht so direct in die Augen fällt, wie bei den bisher gen ten. Nicht ganz mit Recht, weil keine scharfe, principielle Scheidung mög ist, hat man die betreffenden Stoffe: Kaffee, Thee, Chocolade, Tabak, Sp tuosen als Genussmittel (v. BIBRA) von den eigentlichen Nahrungsm teln getrennt.

Der Preis eines zur Ernährung verwendeten Stoffes steht in genauem V hältnisse zu dem Nahrungswerth desselben. Was dem einzelnen Konsume unbekannt sein mag, das regelt die Erfahrung der Gesammtheit in raschend richtiger Weise (LIEBIG).

Wenn wir den Genussmitteln einen eigentlichen Werth als Nahrungs wie es meist geschieht, absprechen, so ist es verwunderlich, dass ein so Preis für sie nicht etwa nur von den Reichen, sondern auch von den Arm zahlt wird. Der geringste Tagelohn wird ja wenigstens in zwei Theile ge ten, von denen der eine zu Kartoffeln, der andere zu Kaffee verwendet und gerade den Armen sehen wir mit besonderer Vorliebe neben seiner lichen, den täglichen Verbrauch an Kräften nicht oder kaum ersetzenden rung Genussmittel, wenigstens Kaffee oder Branntwein, geniessen.

Es wäre falsch, wenn wir annehmen würden, dass der Genuss dersel der mit verhältnissmässig so grossen Opfern für den Armen verknüpf allein auf dem Wunsche, etwas Angenehmes zu essen, beruhte. Die Ar hat, auf tausendjährige Erfahrungen gestützt, die wohlfeilste Ernährung ge mit Hülfe deren bei dem geringsten Aufwande an Nahrungsmaterial die hö Kraftproduktion möglich ist. Daraus schon geht hervor, dass die Genuss für das Wohlbefinden und die Arbeitsfähigkeit des Individuums grosser Bedeutung sind.

Wenn wir sie chemisch und physiologisch untersuchen, so finden wi ihnen eine in die Augen springende Uebereinstimmung. Sie enthalten alle m oder weniger physiologische Nervenreize, welche ein aus Arbeit hervorge genes Schwächegefühl der Nerven und Muskeln zu vertreiben geeignet sind.

Wir haben in der Fleischbrühe, dem Fleischextrakte ein derart Erregungsmittel erkannt. Der Arme, welcher kein Fleisch als tägliche Nahr zu bestreiten vermag, hilft sich mit jenen Genussmitteln, welche in ü raschender Weise in ihren physiologischen Wirkungen den Fleischextrakt ersetzen vermögen.

So sehen wir Bevölkerungen bei einer Nahrung der Hauptmasse nach aus rtoffeln, welche an sich kaum zum Wiederersatz des Stoffverbrauches durch beit genügen würde, durch Kaffeezusatz sich arbeitsfähig erhalten.

Das Hunger- und Schwächegefühl durch unzureichende Nahrung wird z. Thl. rch den Branntweingenuss vertrieben, so dass die Arbeit fortgesetzt zu wer- vermag, welche sonst das Gefühl der Ermüdung unterbrechen würde.

In dem thierischen und menschlichen Organismus ist eine bedeutende, zur beit zersetzbare Stoffmenge aufgespeichert. Die Natur hat den Verbrauch ser Stoffe nur bis zu einem gewissen, geringen Grade der Willkür des schen anheimgegeben. Lange ehe die Zersetzung einen höheren Grad er- cht hat, treten durch den veränderten Chemismus der Bewegungsorgane mmungen der Bewegungsmöglichkeit ein, die sich subjectiv als Ermüdung: st Unlust, dann Unfähigkeit zur Arbeitsleistung zu erkennen geben. Dieses üdungsgefühl wird durch die Genussmittel in seinen Anfängen beseitigt, ss die Arbeit, verbunden mit Stoffverbrauch, fortgesetzt werden kann über von der Natur gezogene Grenze hinaus, jenseits deren sie Erholung durch e und Wiederersatz des verbrauchten Körperstoffes durch Nahrung verlangt. Genussmittel haben danach auch einen Werth für die Konsumenten, der in Geld, dem Mehrverdienst, ermöglicht durch Beseitigung des Ermüdungs- les, ausdrücken lässt. In neuester Zeit hat man darauf aufmerksam ge- t (J. Ranke), dass unter der Einwirkung der Genussmittel, namentlich des 's (Kaffeïns), eine Veränderung der Blutvertheilung im Organismus ein- die den zur mechanischen Arbeit erforderlichen Organen, Muskeln und n mehr Blut und damit mehr zur Krafterzeugung dienliches Material zu- , so dass bei relativ gesteigerter Ernährung der Arbeitsorgane die Arbeits- keit zunehmen muss. Durch gesteigerte Circulation in den Arbeitsorganen den auch die »ermüdenden Stoffe«, welche die Arbeitsfähigkeit herabsetzen endlich vernichten, rascher entfernt und auch dadurch die Arbeitsfähigkeit eigert (J. Ranke).

An sich haben sonach diese Stoffe, abgesehen von Nebenwirkungen, bei igem Genusse nichts Schädliches. Sie werden erst dadurch schädlich und rvoll, wenn der durch sie ermöglichte gesteigerte Kräfte- und Stoffver- ch nicht durch entsprechende Nahrungssteigerung wieder ersetzt wird. Armen, der seine Arbeitsfähigkeit durch Branntwein steigert, ohne den rch gesetzten Verlust wieder ausgleichen zu können, wird das Genuss- tel zu Gifte. Es erlaubt ihm längere Zeit von seinem Kraftvorrath, gleichsam Capitale selbst zu zehren, während die Natur ihn normaler Weise nur auf Zinsengenuss desselben beschränkt halten will (Liebig), nämlich auf den brauch des kleinen Stoffantheiles, dessen Zersetzung hinreicht, die Chemie Muskels soweit zu verändern, dass er objectiv ermüdet. Ein solcher Mensch in Wahrheit ein Hungernder. Die Abmagerung und Kraftlosigkeit, welche re nur durch fortgesetzten Branntweingenuss momentan gehoben werden , jene unbehagliche, leidenschaftliche Stimmung, welche jede Staatsver- ng als einen festen Faktor in ihre politischen Berechnungen einzuführen , sind Symptome des Hungers.

Die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Ge-

nussmittel zeigt eine gewisse Uebereinstimmung. Sie lassen sich nach 2 Gruppen ordnen.

Die erste Gruppe ist diejenige, welche, der Fleischbrühe analog (S.1 abgesehen von den Nährsalzen, stickstoffhaltige organische Basen entl welchen die Hauptwirkung zugeschrieben werden muss. Es gehören hie die warmen Volksgetränke, in Deutschland der Kaffee, in England der T Sie enthalten den gleichen wirksamen Stoff, das Theïn oder Kaffeïn. Cacaobohnen den sehr nahe verwandten Körper: das Theobromin.

Nach ihren Eigenschaften gehören diese Stoffe zu der Classe der organis Basen, welche einen grösseren oder geringeren Einfluss auf das Nervensys die Muskeln und die Blutcirculation ausüben. Nach ihren Wirkungen in Reihe geordnet, welche mit den organischen Basen der Fleischbrühe und dem Theïn und Theobromin beginnt, wirken die Endglieder dersel das Strichnin, Brucin als die furchtbarsten Gifte, das Chinin, mehr in Mitte stehend, als die geschätzteste Arzenei; die Bestandtheile des Opiums in kleinen Gaben Arzeneien, in grösseren Gifte. Der Tabak enthält eine giftige organische, nicht krystallisirbare Basis: das Nicotin. Nach den A ben von A. Bennet bringen Theïn, Kaffeïn, Guaranin, Cocaïn und Theobr in kleinen Dosen eine Gehirnreizung mit nachfolgendem theilweisen Verlust Sensibilität hervor. Grössere Dosen tödten unter Steigerung dieser Erschei gen zuletzt mit tetanischen und klonischen Krämpfen. C. Binz constatirte, (bei Hunden) Kaffeïn, in kleinen Dosen injicirt, Temperatursteigerung vo bis 1,4° C. hervorbringt (die angewendeten Dosen waren 0,2—0,5 Kaffeïn cutan injicirt). Dabei beobachte er ausser einer gewissen Starrheit der M »verstärkter Innervation«, kein weiteres abnormes Verhalten. Die flüc Röstprodukte des Kaffee's = Kaffeon (Bourton und Fremy) sollen dem K ganz analog wirken (mit letzterem verunreinigt?).

Bei dem Thee und Kaffee als Getränken kommen auch noch die nich bedeutenden Mengen anorganischer Stoffe in Betracht, welche in Aufguss oder Absud eingehen. Es geben 100 Gewichtstheile Thee (Souchong) mit siedendem Wasser ausgezogen 15,536 Gewichtstheile troc Extrakt, worin 3,06 Theile Asche = 19,69% des Extraktes sich finden. 100 wichtstheile geröstete Kaffeebohnen lieferten mit Wasser ausgekocht 21,52 T Extrakt mit 3,41 Theilen Asche = 16,6% des Extraktes. Der Theeaufgu besonders reich an gelösten Eisen- und Mangansalzen, welche sich aber in bindungen darin vorfinden, in denen die Gerbsäure (die sich sonst mit zu dem Schwarz der Tinte vereinigt) ohne alle Wirkung ist. Diese wen kleine Eisenmenge kann, da die Natur für den Menschen lösliche Eisenve dungen verlangt, nicht ohne Einfluss auf die vitalen Vorgänge sein. Liebig m darauf aufmerksam, dass wir in dem Eisengehalte der meisten Theesorte wirkenden Bestandtheil der wirksamsten Mineralquellen geniessen. Im Ueb sind die Aschenbestandtheile der Blutasche analog zusammengesetzt, all vorkommenden Stoffe sind auch hier vertreten, besonders eine bedeu Menge von Alkalien. In der Theeasche findet sich in ziemlicher Menge Na das im Kaffee fehlt und durch Kali ersetzt wird, wodurch dieser hygie und physiologisch einen höheren Werth erhält.

Zweite Gruppe. Die bisher genannten Genuss- und Nervenreiz

nd in ihrer allgemeinen Verbreitung auf dem Kontinent verhältnissmässig neu. alt sind dagegen die alkoholischen Getränke, welche ihre Stelle in der Mehrhl der Beziehungen zu ersetzen vermögen.

Der Alkohol wird zumeist aus Stärkemehl dargestellt, nachdem es erst in gährungsfähigen Zucker übergeführt wurde. Ausser Alkohol finn sich im Weine noch für das Leben wichtige anorganische Salze. Der auptwerth der alkoholischen Getränke fällt aber nicht auf ihre etwaige Mitirkung zur Ernährung; schon ihr Preis zeigt im Vergleiche zu anderen Nahngsstoffen, wie ungemein viel werthvoller sie für den Menschen sein müssen, s sich aus den chemischen Elementen, die sie zusammensetzen, berechnen st. Der Alkohol hat eine ganz analoge Wirkung auf das Nervensystem wie bisher besprochenen Narkotika. Bei dem Branntwein kommt seine Wirng allein in Frage. Neben den für die Narkotika in Betracht kommenden irkungen hat er einen directen Einfluss auf die Magenschleimhaut, wodurch das Hungergefühl (cf. dieses) herabsetzt.

Bei dem edlen Weine richtet sich der Werth nicht nach dem Alkoholgelt. Der Weingeist kommt bei der Werthbestimmung zwar stets in Betracht, r der Preis steht in keinem Verhältniss mit ihm, weit eher steht er im Verniss zu den nicht flüchtigen Weinbestandtheilen. Es sind diese vorwiegend enbestandtheile, Blutsalze (Liebig). Es ist bekannt, dass der edle Wein in seiner belebenden Wirkung der Fleischbrühe direct anschliesst, sie bein beiden Fällen zum Theil auf demselben chemischen Grunde.

Das Bier, welches immer mehr ein Volksgetränk der ganzen Welt wird, eine Nachahmung des Weines, aber eine in manchen Beziehungen verserte. Das Bier enthält nur eine verhältnissmässig kleine Menge Alkohol, serdem Kohlensäure, Zucker, Gummi, welche die grösste Menge der gelösten ffe ausmachen, dann Bitterstoffe und die aromatischen Stoffe des Hopfens, en Rest von Kleberbestandtheilen, Fett, Milchsäure, Ammoniakverbindungen d die mineralischen Bestandtheile, welche aus der Gerste und dem Hopfen das Bier übergehen. Es kann somit dem Biere eine gewisse Nahrhaftigkeit h im gewöhnlichen Sinne dieses Wortes nicht abgesprochen werden, wenn ch sein Werth dadurch sicher nicht bestimmt wird, ebensowenig wie nach m Alkoholgehalt. Ohne Zweifel haben wir in dem Biere eines r gelungensten Ersatzmittel des Fleischextraktes vor uns. e Mehrzahl der Stoffe, welche wir dort wirksam fanden, finden wir auch hier eder, was wir zum Lobe jenes Stoffes zu sagen haben, müssen wir hier wieholen. Nur kommt hier noch der Alkohol mit seinen Nebenwirkungen auf s Gehirn in Betracht, der in mancher Beziehung das Bier vor dem Fleischtrakt noch auszeichnet. So wird es verständlich, wie es so vortreffliche Wirngen auf die Ernährung hervorzubringen vermag, welche in keiner Beziehung seinem aus den organischen Bestandtheilen zu berechnenden Nahrungswerthe hen. Mitscherlich fand in 100 Theilen Asche eines untergährigen Bieres: i 40,8 Phosphor 20,0, phosphorsaure Bittererde 20,0, phosphorsauren Kalk , Kieselerde 16,6 Gewichtstheile. Es fällt bei dem Biere der enorm grosse halt an phosphorsaurem Kali auf, ein Salz, welches wir als ein Hauptagens der Fleischbrühe erkannt haben. Ohne Zweifel hat es einen Antheil an den ervenerregenden Wirkungen, welche wir vom Biergenuss bei Schwächezu-

ständen in so hohem Maasse ausgeübt finden. Die grosse Menge von Ka welche durch das Bier in das Blut gelangt, ist sicher daran schuld, (übermässiger Biergenuss so stark ermüdende Wirkungen erzeugt. Der an phosphorsaurem Kali verdankt das Bier seine bedeutende Wirkung bildung von Organstoffen, die fast jeder Bierländer an seinem Leibe zu trägt und die dem Biere (Malzextrakt) eine so hohe Wirkung als Heilna mittel für Reconvalescenten und Schwache ertheilt (cf. Einfluss anorg Stoffe auf die Ernährung). Die Kalisalze gehen durch das Blut in d über, wo man sie bei Biertrinkern in erhöhter Menge antrifft.

Die Gewürze, welche den Speisen zugesetzt werden, haben ni den Zweck, den Geschmack der Speisen zu verbessern, vor Allem h die Aufgabe, auf die Absonderung der Verdauungssäfte steigernd zu Der sensible Reiz, den sie auf die Schleimhäute ausüben, mehrt refle die Drüsensekretionen.

Wir sehen daraus, dass wir eine Reihe von Stoffen ihren physiol Wirkungen nach unter die Gewürze zu rechnen haben, welche man gew nicht hierher zieht. Die starken Geschmacksreizstoffe, welche durch da und Rösten des Fleisches erzeugt werden, wie die schmeckenden Stoffe Brotrinde, gehören zu den stark wirkenden Gewürzen.

Die schädlichen Wirkungen des Alkoholgenusses sind bekannt. Di temperatur, sowie Kohlensäure und Harnstoffausscheidung werden herabgesetzt; es bei jugendlichen Säufern, ehe eine chronische Dyspepsie sich eingestellt hat, Neig gesteigerten Fettansatz. Der Alkohol hat sonach eine deutliche Einwirkung auf (wechsel, den man wohl mit der Wirkung kleiner Dosen von Arsenik verglic H. Heubach, Binz und Aug. Schmidt konnten die oft gemachte Behauptung (neuerdin Albertonie Lussana), dass durch die Respiration und den Harn ein Theil des aufgen Alkohol unverändert ausgeschieden werde (Subbotin), nicht bestätigen. Der Schna stammt von dem Fuselöl. Das letztere (Amylalkohol) kommt bei dem Schnaps dem Alkohol als schädliche Beimischung. Die schädlichen Wirkungen von Thee u (Chokolade) werden vielfältig übertrieben. Solche zeigen sich besonders bei sitz bensart, schlechter Ernährung, Neigung zu Verdauungsbeschwerden etc., ohne das betreffenden Getränke für diese Leiden beschuldigen dürfte. Mit dem Aufgeben des von Thee und Kaffee ist meist noch wenig erreicht, wenn nicht die Lebensweise grün ändert wird. Doch muss man auch hier individualisiren. Bewegung im Freien mässige sonstige Nahrung bleibt immer die Hauptsache. An Stelle von Thee r nervös gereizten Personen am Abend gutes Bier aus den oben gegebenen Gesichts (Ueber Alkohol cf. auch thierische Wärme.)

Verfälschungen der Genussmittel zu ermitteln wird selten Aufgabe d sein. Einiges wurde schon oben erwähnt, was sich auf zufällige Beimischung sc Substanzen bezieht (Blei, Kupfer). Das Kaffeesurrogat wird hier und da in Papier das mit Mennige (Blei) gefärbt ist. Eisenvitriol dient zur Färbung der Kaffeebohnen unschädlich. Der chinesische Thee wird am häufigsten mit den Blättern der Schl schwarzen Hollunders, Esche, Süssholzbaum und tropischen Verbenaceen verfälscht an sich unschädliche Beimischung die Betrachtung der in heissem Wasser gequollen erkennen lässt. Die Blätter der Thea chinensis sind kurz gestielt, elliptisch, länglic lich oder eirund, meist gespitzt, gesägt, kahl, glänzend, den Kirschblättern ähnlic pecheholz, Berlinerblau, Thon, Catechu dienen neben Kupferlösung und selbst Mi zur Verfälschung durch Färbung des grünen Thees.

Fünftes Capitel.

Die Gesetze der Ernährung.

Es gibt im äusseren Leben für das persönliche Interesse keinen wichtigeren genstand, der so sehr in alle übrigen Verhältnisse einschneidet, als die Frage ch dem »täglichen Brod«. Die Frage, welche die eigentliche Lebensfrage für m Einzelnen ist, ist dieses auch für die Verwaltung und Erhaltung des Staates. ie nothwendige Beköstigung der stehenden Heere, wie die Ernährung in den ziehungs- und Correctionsanstalten, alle jene Einrichtungen, welche die chzeitige Ernährung einer grösseren Anzahl von Individuen, die in dieser sicht ihrer eignen freien Willkür entzogen sind, nothwendig machen, die rungsversorgung der Grossstädte und Fabrikbevölkerungen etc. drängen zu em Ausspruch.

Für jeden Einzelnen gewinnt, sowie für den Arzt, die Wahl der Nahrung in nkheitsfällen eine noch erhöhte Bedeutung. Wenn schon häufig in gesunden gen der Arzt in dieser Beziehung zu Rathe gezogen wird, so wird die Ernähngsfrage noch bedeutungsvoller bei Kranken, bei denen ihre Beantwortung f vorher nicht geahnte Schwierigkeiten stösst, hervorgehend aus dem absoten Mangel an Appetit, aus dem subjectiven Widerwillen gegen nur einzelne hrungsmittel, oder gar aus der Unfähigkeit, Nahrung zu verdauen und zu similiren; oft werden durch die Nahrungsaufnahme an sich die Krankheitscheinungen noch gesteigert. In derartigen Fällen kann nur eine vollkommen akte Kenntniss der physiologischen Ernährungsgesetze eine sichere Richtnur für das Eingreifen des Arztes sein, und gewiss wird Derjenige die besten ilungsresultate erzielen, der es versteht, auch unter solchen schwierigen Verltnissen das Leben zu erhalten: *nicht wenige Kranke sterben in lge ungenügender Nahrung*. Bei vielen Patienten nehmen die Symme des speciellen Leidens mit der zunehmenden Stärkung des Allgemeinbedens, hervorgehend aus passender Ernährung, ab, in dem gleichen Grade, e sie durch Nahrungsmangel sich steigern. Hiervon sind sicher nur wenige nkheiten ausgenommen, weit weniger als die Schulweisheit auch der neueren tlichen Praxis sich träumt. Ich deute an dieser Stelle nur auf die *Herzleien* hin, die in so hohem Maasse mit der Schwächung der Gesammtmuskulatur Intensität und Gefahr für das Leben zunehmen; der schlecht ernährte, hlaffe Herzmuskel ist nicht im Stande, die Hindernisse im Mechanismus durch steigerte Thätigkeit auszugleichen, während es bekannt ist, dass Herzfehler

von muskelkräftigen Personen ganz ohne Störung ihres Allgemeinbefindens tragen werden können. Ebenso steht es fest, dass mangelhafte Ernähru des Muskelsystemes, auch ohne andere organische Störung des Herzens Schwächung seiner Muskulatur, alle Symptome eines Herzleidens vorzutäusch vermag.

Diese Betrachtungen drängen uns zu der Grundfrage:

Was ist nahrhaft?

Die Antworten, welche auf diese Frage gegeben werden, sind ausse mannigfaltig und nirgends gehen die Meinungen in so hohem Grade aus einand als hier, während man doch denken sollte, dass die uralte Erfahrung des Me schengeschlechts die Aufgabe mit aller Sicherheit und Präcision schon län müsste gelöst haben. Wir werden in der Folge unserer Betrachtungen ei sehen, dass wir dem Volksinstinkte Unrecht thun würden, wenn wir ihm sichere Kenntniss in dieser Richtung absprechen wollten; wir werden erstaune in welch mannigfachen Kombinationen die Ernährungsgesetze, welche experimentelle Wissenschaft ihren neuesten Erfahrungen gemäss aufgeste hat, in der Volksnahrung von je her zur Anwendung gelangen. Ganz and aber fällt das Urtheil der Wissenschaft über die noch heute übliche Ern rungspraxis der ärztlichen Routine aus. Veranlasst von Vorurtheilen wer noch heute hier Fehler gemacht, welche zeigen, wie vollkommen eine wiss schaftliche Halbbildung den einfachen gesunden Menschenverstand zu v dunkeln vermag.

Wenn wir unsere Grundfrage: was ist nahrhaft? stellen, so bekom wir von der Mehrzahl der Gefragten eine Antwort, in welcher uns eine An von Nahrungsmitteln zusammen genannt werden.

Man würde hören können, dass z. B. Fleisch sehr nahrhaft sei, dass a auch Schwarzbrod in dieser Richtung nicht zu verachten wäre; für Ki gebe es kaum etwas Nahrhafteres als das Stärkemehl der Pfeilwurzel: Arrow-root, doch sei auch Rothwein oder Bier anzurathen, ebenso Chinin Leberthran; für Kranke und Schwache gäbe es dagegen nichts Nahrhaft als die Fleischbrühe oder noch besser das Fleischextrakt, welches die conc trirte Nahrhaftigkeit des Fleisches in sich enthält: der mit Salzsäure LIEBIG's Vorschrift gefertigte Fleischauszug — Infusum carnis f. p. — wi stehe den Kranken gewöhnlich sehr bald und lasse sich ja auch durch Fleischextrakt einfach ersetzen. Fast jedes Wort in dem vorstehenden S ist falsch! und doch kann nicht geläugnet werden, dass in der Ueberzahl Fälle die Antwort auf unsere Frage in der hier vorgetragenen Weise ausfal würde.

Es mag paradox klingen, es ist aber wahr, wenn wir dagegen behaupt dass alle diese genannten Stoffe für sich nicht nahrhaft sind.

Oder stimmt es mit dem Begriffe der Nahrhaftigkeit eines Stoffes überei wenn wir vom Fleische auf das schlagendste experimentell nachweisen kön dass wir kaum im Stande sind, den Menschen mit reinem fettfreiem Fleisch ernähren? er würde dazu eine so enorme Menge bedürfen, in 24 Stunden et 2,5 Kilo, welche kein Magen zu verdauen, kein Appetit ohne den gewaltig Ekel öfter als einmal zu verzehren vermag; etwa das gleiche Gewicht von Rogg

›d würde erforderlich sein, einen Menschen zu erhalten, von Kartoffeln würden ihn erst 6 Kilo genügen! Noch schlimmer verhält es sich mit anderen der genten Stoffe: es steht fest, dass ein Individuum, welches allein mit Arrowt oder Leberthran, diesen so allgemein angelobten Nahrungsstoffen, ernährt rden sollte, unumgänglich dem langsamen Hungertode verfallen würde, daslbe gilt von dem mit Salzsäure bereiteten Fleischauszug. Was soll aber nun st gegen den Rest der aufgezählten Substanzen gesagt werden? Das Urtheil r Wissenschaft über die Nahrhaftigkeit der Fleischbrühe, sowie des Fleischtraktes, hat schon der Wichtigkeit dieses Gegenstandes entsprechende Erörrung gefunden; Wein und Chinin können, wie die Fleischbrühe, den Stoffrbrauch des hungernden Organismus allein genossen nur steigern; sie sind so in dieser Hinsicht das genaue Gegentheil zur Ernährung dienender, dem rganismus seine Stoffverluste ersetzender Substanzen!

Der Grund, warum wir uns so entschieden gegen die gewöhnliche Annahme über »nahrhaft« aussprechen müssen, ist leicht aus dem schon bei der sprechung der Nahrungsmittel Gesagten zu entnehmen. An sich ist für den nschen kein einzelner Nahrungsstoff zur Ernährung hinreichend, es kann n einzelner also auch nicht als »nahrhaft« bezeichnet werden. Es steht fest, ss der Organismus in seine Nahrung Albuminate bedarf, wir sehen aber, wie gemein unvortheilhaft eine Ernährung allein mit diesem Nahrungsstoffe — z. B. mit fettfreiem Fleische — sein würde, wenn auch die chemischsiologische Theorie die Möglichkeit einer Bestreitung aller Bedürfnisse an nischer Nahrung allein durch Eiweissstoffe lehrt. Es darf dabei die eben achte Bemerkung nicht vergessen werden, dass für den Menschen der Ekel dem Nahrungsübermaasse und das Gefühl der Magenüberladung schon früher e Grenze für die Aufnahme zieht, als die zur Erhaltung des Organismus hige Fleischmenge aufgenommen ist.

Dass durch Stärkemehl oder Fett der Gesammtverlust des Organismus nicht deckt werden kann, liegt auf der Hand — es fehlen vor Allem diesen Stoffen e Albuminate, aber auch die Salze und das Wasser. Dasselbe gilt mit den thigen Einschränkungen in Beziehung auf den Salz- und Wassergehalt, in ch erhöhtem Maasse für Wein, Bier, Branntwein, Fleischbrühe und Fleischtrakt.

Die Theorie der Ernährung verlangt eine Mischung der infachen Nahrungsstoffe und nur solchen Nahrungsgemischen nn eine wirkliche Nahrhaftigkeit zugesprochen werden. Damit also ein Stoff hrhaft genannt werden kann, muss er, abgesehen von den Salzen und dem asser, wenigstens Eiweissstoffe und entweder Fett oder Kohlehydrate: Zucker, ärkemehl etc. enthalten, oder auch beide letztere Stoffgruppen neben den weissstoffen. Es können also z. B. die Milch, die Eier in Wahrheit als nahrfte Stoffe bezeichnet werden, weil in ihnen die gemachten Anforderungen rwirklicht sind. Aber wenn sich auch einige Beispiele finden lassen, auf lche die Bezeichnung »nahrhaft« anwendbar erscheint, so möchte es doch rzuziehen sein, diesen veralteten Begriff, der zu so vielfältigen Missdeugen Veranlassung gibt, gänzlich aufzugeben. Denn auch die eben angerten Beispiele passen doch nur sehr uneigentlich. Was für eine enorme enge von Milch würde nöthig sein (4,5 Kilo), um einen Erwachsenen davon

einen Tag lang zu ernähren, da sie 88—90 % Wasser enthält, so dass r 100—120 Grm. feste Stoffe ausser dem Wässer in einem Kilo Milch ; werden? Ganz ähnlich verhält es sich mit den Eiern. Magendie berich sich ein gesunder, junger Hund mit 12—15 hartgekochten Eidottern r nähren liess, ein Mensch bedarf zur vollkommenen Ernährung mit Eie 40 Stück.

Dabei muss noch sogleich in die Augen springen, dass für vers(Individuen je nach Alter und Beschäftigungsweise etc. der Begriff d(haftigkeit sehr wechselnd sein müsste, für alle einzelnen Körper: müssen wir ihn entsprechend modificiren. Ein jugendlicher Organismu zum Wachsthum, zum Ansatz von Stoffen im Allgemeinen eine andere Nahrungsgemisches als der Körper eines Arbeiters, dessen Muskelsys Allem in Anspruch genommen wird und daher eine überwiegende Au verlangt.

Die Körperzustände in Beziehung auf die quantit Verhältnisse der Organe sind individuell sehr verschieden. Sie : sultate der Ernährungsweise, welche vorausging. Es muss immer werden, ob man sich die Aufgabe setzt, den bestehenden Körperzustan halten oder in einen anderen zu verändern. Danach wird es sich ricl wir eine Nahrung für das betreffende Individuum passend finden od(Und wie mannigfach modificiren sich diese Verhältnisse in Krankhei

Die Organwägungen von E. Bischoff, die quantitativen Verhältnisse der (dem gesammten Körpergewicht, geben wenigstens für einige verschiedene Körperzust gleichungspunkte. E. Bischoff bestimmte die Organgewichte an einem 33 Jahre alten gebauten, starken, 168 cm grossen Hingerichteten, der vollkommen gesund erschiei an einem durch Sturz verunglückten und augenblicklich getödteten Mädchen von 2 159 cm gross, üppig gebaut, wohlgenährt, ebenfalls gesund. Dieselben Bestimmun er mit an der Leiche eines gesunden fettarmen 16jährigen Selbstmörders, eines neu Knaben und neugebornen Mädchens und einer 6monatlichen Frühgeburt. Die Tabelle macht die beobachteten Verschiedenheiten anschaulich:

	Mann:	Weib:	Jüngling:	Neugebornes Knabe:	Neugebornes Mädchen:	Früh
Gewicht des ganzen Körpers in Grm.	69668	55400	35547	2400	2969	
in Procenten des Körpergewichts	%	%	%	%	%	
das Skelet	15,9	15,1	15,6	17,7	15,7	
die Muskeln	41,8	35,8	44,2	22,9	23,9	2
Brusteingeweide	1,7	2,4	3,2	3,0	4,5	
Baucheingeweide	7,2	8,2	12,6	11,5	12,1	
Fett	18,2	28,2	13,9	20,0 (Fett und Haut)	13,5	
Haut	6,9	5,7	6,2		11,3	
Gehirn	1,9	2,1	3,9	15,8	12,2	

Die Tabelle lehrt direct, wie verschieden der weibliche Körper von dem mänı Beziehung auf Fettreichthum und Muskulatur sich zeigt. Der grössere Fettreich weiblichen Körpers darf nicht als etwas Anormales betrachtet werden. Entsprecl terschiede zeigen sich bei Vergleichung des kindlichen neugebornen Organismus Erwachsenen und des ersteren mit dem noch Ungebornen. Noch weiter ins Einzeln von Beneke die Organwägungen ausgedehnt und hiebei physiologisch weittragen

sazen gefunden. (cf. seine Resultate Cap. X. Blutvertheilung resp. anatomische Grundlagen ler Constitutionen).

Aus den Wasserbestimmungen, die E. Bischoff an den Organen des Hingerichteten und les neugebornen Mädchen anstellte, ergiebt sich, dass der Körper des Erwachsenen besteht aus:

58,5% Wasser und 41,5% festen Theilen,

der Körper des Neugebornen aus:

66,4% Wasser und 33,6% festen Theilen.

Der Erwachsene wog im Ganzen:

69668 Gramm = 40709,4 Wasser und 28958,6 feste Theile;

von dem Wasser treffen auf:

Muskeln . .	22027,1	Gramm	= 75,7%
Fett . . .	8760,6	-	= 28,9 -
Haut . . .	3493,5	-	= 72,0 -
Blut . . .	2836,9	-	= 83,0 -
Leber. . .	1076,0	-	= 69,8 -
Gehirn . .	1027,0	-	= 75,0 -

Die Muskeln des Neugebornen hatten: 81,8% Wasser; das Gehirn 89,4%, Blut 85%.

Es wäre interessant, ähnliche Bestimmungen für noch weitere Körperzustände zu machen. Besonders bei Krankheiten würden sie uns einen Einblick in die nothwendigen Voraussetzungen einer für den speciellen Fall zweckentsprechenden Ernährungsweise geben können.

G. v. Liebig findet, dass das Gehirn unabhängig von der Körpergrösse bei normalen erwachsenen Personen annähernd das gleiche absolute Gewicht besitze. Das Herz zeigt sich dagegen in ausgedehntestem Maasse in seinem Gewichte von den Schwankungen des Gesammtkörpergewichts abhängig (cf. unten bei Constitution und Constitutionsdifferenzen.)

Die Bedeutung der Nährstoffe.

Die Hauptaufgabe der Ernährung ist es, den Körper in einen leistungsfähigen Zustand zu versetzen oder in einem solchen zu erhalten. Die Leistungsfähigkeit der Organe hängt von der normalen Zusammensetzung ab; die Aufgabe der Ernährung lässt sich sonach dahin definiren, dass sie den Körper in seiner chemischen Zusammensetzung zu erhalten oder diese in einer bestimmten Weise zu verändern habe. Wir stellen sonach als erste Hauptfrage: was und wie viel muss in der Nahrung zugeführt werden, um den leistungsfähigen normal zusammengesetzten Körper des Menschen, bei Körperruhe wie bei gesteigerter Muskelarbeit, in seinem Bestande an Wasser, Aschenbestandtheilen, Fett und Eiweiss zu erhalten und zwar auf die einfachste und beste (sparsamste) Weise. Wollen wir eine Veränderung in der Körperzusammensetzung, z. B. bei abnormer Magerkeit oder Fettleibigkeit hervorbringen, so müssen wir unsere Grundfrage entsprechend modificiren.

Richten wir zunächst unsere Aufmerksamkeit auf eine Erhaltung des Bestandes, so ergibt sich sofort die Nothwendigkeit, den fortwährenden sensiblen und insensiblen Wasserverlust des Körpers durch directe oder indirecte Wasserzufuhr zu decken.

Ebenso müssen wir jeden zum Aufbau der Organe und zu der chemischen Mischung der Organflüssigkeiten nothwendigen anorganischen Stoff (Aschenbestandtheil) in der Nahrung aufnehmen, damit der Organismus nicht an einem derselben verarmt. Jeder von ihnen ist für die Erhaltung des Lebens nothwendig und der Organismus geht an »Salzhunger« oder Hunger an einem bestimmten nothwendigen Aschenbestandtheile ebenso zu Grunde, wie an Mangel an organischen Nährstoffen oder Wasser. Trinkwasser und rationelle Nahrung führen uns in den meisten Fällen für das Leben genügende oder überreichliche Mengen an diesen Stoffen zu.

Um eine Fettverarmung des Körpers zu verhüten, wird Fett direct genossen, welches an

Stelle verbrauchten Körperfettes sich in den Organen ablagern kann. Durch die Kohlehydrate der Nahrung kann man die Fettabgabe des Körpers verhüten und Fettansatz ermöglichen, Eiweiss kann zu demselben Zwecke dienen, ebenso Leim.

Da der animale Organismus beständig Eiweissstoffe zersetzt und Eiweissstoffe aus anderen chemischen Stoffen nicht zu bilden vermag, so muss er zur Erhaltung seines Eiweissgehaltes eine bestimmte Menge von Eiweissstoffen in der Nahrung einführen. Von Eiweissstoffen allein bedarf man sehr viel, um die Abgabe von Albuminaten von Seite des Körpers ganz aufzuheben. Geniesst man z. B. neben Albuminaten (und den genügenden Salz- und Wassermengen) noch Fette, Kohlehydrate oder Leim, so werden letztere Stoffe im animalen Organismus zwar selbst nicht zu Eiweissstoffen und heben den Verbrauch von Albuminaten niemals vollkommen auf, sie können denselben aber in der wesentlichsten Weise beschränken.

Die einfachste Mischung der Nährstoffe, in welcher in der geringsten Gewichtsmenge die zur Erhaltung nöthigen Stoffe eingeführt werden, ist: Butterbrod mi Fleisch.

Zur Entwickelung der Ernährungslehre.

Die Sorge um die tägliche Ernährung, zu welcher Hunger und Schwäche bei mangelnder Nahrung den civilisirten Menschen wie den Wilden mit gleicher unabweisbarer Nothwendigkeit hintreibt; die Erfahrung, die so alt ist wie das Menschengeschlecht, dass ein Uebermaass der Nahrung und unzweckmässige Nahrungsmittel mit der Erhaltung der Gesundheit ebenso unverträglich sind wie Hunger; dass in Zuständen von Krankheit und Schwäche, bei dem Wechsel der Beschäftigungen und äusseren Lebensbedingungen, dass bei Verschiedenheiten in den Lebensaltern dieselben Ernährungsweisen von mangelhafter oder sogar schädlicher Wirkung werden, die unter anderen Umständen unschädlich oder sogar vorzugsweise zuträglich erscheinen, lenkten früh die Aufmerksamkeit der Denker den Ernährungsfragen zu. Wir finden in den ältesten Ueberlieferungen gebildeter Völker, z. B. der Inder, der Hebräer, der Griechen, die Ernährungslehre der Stufe des damaligen naturwissenschaftlichen und ärztlichen Wissens angepasst, mit wahrhaft überraschender Sorgfalt ausgebildet. Es waren, wie wir sehen, zunächst diätetische Fragen, die sich bei der Wahl unter den gegebenen Nahrungsmitteln aufdrängten, und die alte Ernährungslehre geht zunächst auf in einer Diätetik, die für die verschiedenen Lebensverhältnisse bis in's Einzelne ihre Regeln aufstellt.

Dem Beobachtungsgeiste der Griechen entsprach es, über das »Was« auch das »Warum« nicht zu vergessen. Man fragte nach den tieferen Bedürfnissen, denen durch die fortgesetzte Nahrungsaufnahme genügt werden sollte. Wir erstaunen, wenn wir in den Aussprüchen von Aristoteles und Hippokrates einer Unterscheidung zweier Zwecke begegnen, denen die Aufnahme der Nahrungsstoffe genügen soll, einer Unterscheidung, die wir in analoger Weise unseren fortgeschrittenen Detailkenntnissen angepasst, im Allgemeinen ebenfalls noch festhalten. Aristoteles unterscheidet, abgesehen davon, dass die Nahrung zum Körperwachsthum erforderlich ist, Stoffabgabe (Abgabe von Flüssigkeiten durch die Haut), für welche die Nahrung Ersatz zu leisten habe, und Wärmeabgabe (vorzüglich in der Athmung), für deren Unterhaltung ebenfalls die aufgenommenen Nahrungsstoffe dienen sollten. In Beziehung auf die Ausscheidungen durch Nieren und Darm erkannte er die hohe Abhängigkeit, die sie von der jeweiligen wechselnden Nahrungsaufnahme zeigen, er sah in ihnen, wir wir zum grössten Theil noch heute, das zur Ernährung des Körpers Unbrauchbare der aufgenommenen Nahrungsstoffe (das Bittere), dessen sich der Organismus wieder entledigt. Hippokrates spricht von der Flüssigkeitsabgabe durch die Haut und ihren insensiblen Ausscheidungen. Aus seinen Aussprüchen geht deutlich hervor, dass man schon damals als Hauptursache des Verbrauchs der Körperstoffe bei mangelnder Nahrungsaufnahme ganz in unserem Sinne die fortschreitende Wärmeabgabe des menschlichen (animalen) Organismus (wir pflegen dafür einen der chemischen Gründe der Wärmeerzeugung, Oxydation, anzuführen) erkannt hatte. Dieser Verbrauch an Wärme- (bildendem) Stoff des Körpers sollte durch die Nahrung ersetzt werden.

Er sagt z. B.: die wachsenden Körper enthalten die meiste natürliche Wärme eingepflanzt, sie erfordern daher die meiste Nahrung, sonst zehren sie ab. HIPPOKRATES suchte in den Nahrungsstoffen ein specifisch »Nährendes«, ein Aliment, das er in analogem Sinne als Bestandtheil der Nahrungsstoffe anspricht, wie man sich seit und nach seiner Zeit die Stoffe aus den sogenannten aristotelischen vier Elementen zusammengesetzt dachte. Er suchte offenbar dieses nährende Princip in einem oder mehreren dieser Elemente. Denn allgemein dachte man sich, wenigstens seit HIPPOKRATES, als Grundlage aller leiblichen Bildung jene vier im engeren Sinne sogenannten Elemente: Erde, Wasser, Luft und Feuer, wozu die Lehre der Pythagoräer ein fünftes, höchstes Element, den Aether setzte. Auch der leibliche Mensch ist (harmonisch) aus jenen vier Elementen gebildet. »Wenn nach Gottes Geheiss die Seele den erkaltenden Leib verlässt, dann wird das Fleisch wieder zur Erde, der Hauch zur Luft, die Feuchtigkeit kehrt hinab zur Tiefe, die Wärme kehrt zum Aether zurück« (ORIGENES). Die vier gewöhnlichen Elemente erschienen jedoch schon ARISTOTELES keineswegs als das eigentlich Erzeugende der leiblichen Formen, ja überhaupt nicht als letzter Grund des sichtbaren Stoffes. ARISTOTELES nennt als erste Grundlage des Leibes statt jener vier Elemente vier Eigenschaften der Materie (Kräfte): Kälte, Wärme, Trockenheit und Feuchte. Jene vier gewöhnlichen Elemente werden von ihm als Elemente der ersten Ordnung betrachtet, aus ihnen bilden sich als Elemente der zweiten Ordnung die gleichartigen Theile der organischen Körper: Knochen, Fleisch u. s. w., und aus diesen entstehen als Bildungen der dritten höheren Ordnung die verschiedenen Glieder. Dass die Nahrung, wenigstens die animalische, solche Elemente zweiter Ordnung dem Körper zuführt, kann von dem tiefen Einblick in die natürlichen Vorgänge, dem wir hier überall begegnen, nicht verborgen geblieben sein.

Aus den Bildern, welche von den Griechen zur sinnbildlichen Darstellung des Verkehrs der animalen Organismen, vor Allem des Menschen mit der Atmosphäre, überhaupt des Lebensvorganges gewählt werden, geht mit Deutlichkeit hervor, dass sie die Analogie zwischen dem Vorgang des Lebens und dem einer Verbrennung erkannt hatten. Wir finden z. B. bei ARISTOTELES, der die Nothwendigkeit des Verkehrs des Herzens (Blutes) mit den belebenden Kräften der Atmosphäre kannte, an verschiedenen Stellen Andeutungen in dieser Richtung. Das Herz ist ihm der heimatliche Herd, auf welchem verwahrt, wie in fester Burg, das Feuer des Lebens ernährt wird, denn von ihm, dem heissesten Theil des Leibes, geht die Wärme aus, welche bei dem Hauptgeschäft der Seele, zu ernähren und zu bewegen, ein so nothwendiges Erforderniss ist, dass der Tod hauptsächlich durch das Erlöschen der Wärme entsteht. Die nothwendige Beziehung der Athmung (Lunge) zur animalen Wärme hat ARISTOTELES zuerst erkannt (cf. Athmung).

Wir können es aussprechen, dass den anatomischen und chemisch-physikalischen Detailkenntnissen entsprechend die wissenschaftliche Ernährungslehre der damaligen Zeit den Vergleich mit der unseren nicht zu scheuen braucht.

Die Forschung über den menschlichen Organismus baute zunächst auf der Grundlage fort, welche der Begründer der naturwissenschaftlichen Methode, ARISTOTELES, vor Allem gelegt hatte, es war die vergleichende Anatomie und die Anatomie des menschlichen Körpers. Man suchte mit dem glänzendsten Erfolge die Verrichtungen, »den Nutzen« der einzelnen Organe durch Vergleichung zu erkennen, auf welchem Wege schon ARISTOTELES selbst zu bedeutenden Fortschritten gelangt war und der noch unsere Zeit immer neuen Erfolgen zuführt. In Beziehung auf chemisch-physikalische Anschauungen sehen wir die Theorien über die Vorgänge im Organismus dagegen nur langsam sich entwickeln. Noch über ein halbes Jahrtausend später finden wir bei CLAUDIUS GALENUS, dem grössten Arzt und Physiologen seiner Zeit, die alten aristotelischen Anschauungen wieder, nur gleichsam aus der begeisterten Sprache der Poesie in die alltägliche, bürgerliche Ausdrucksweise übertragen. Die oben citirten Aussprüche seines Meisters über Herz und Lungen im Zusammenhang mit der thierischen Wärme fasst er in das prosaische, nicht einmal ganz passende Bild einer Lampe zusammen: »das Blut spielt die Rolle des Oels, das Herz des Dochts, und die athmende Lunge ist ein Instrument (Blasebalg), welches die äussere Bewegung zuführt«.

Es ist klar, dass wir für die Erklärung der chemisch-physikalischen Vorgänge, welc der animale Körper zeigt, also zunächst vor Allem seiner Wärmebildung von den Denke immer die Anschauungen und Ausdrucksweisen benutzt finden, welche sich die Zeit zur Er klärung und Bezeichnung chemischer und physikalischer Vorgänge gebildet hatte. Wo schon vor den Zeiten des CALIGULA, der aus Auripigment Gold machen wollte, wovon u PLINIUS berichtet, wurde die Chemie durch das Bestreben, unedle Metalle zu edlen, namentlic Gold zu machen, zuerst als praktische Wissenschaft geschaffen und entwickelt. Freilic mögen in den egyptischen Büchern über die Scheidekunst des Goldes und Silbers, welch DIOCLETIAN im Gegensatz zu den vergeblichen Versuchen der Goldmacher zu verbrenne gebot, schon manche specielle chemische Erfahrungen niedergelegt gewesen sein.

Es schloss sich an die Annahme von vier sinnlich wahrnehmbaren Elementen oder »Mü tern« sehr bald die Lehre der Alchymisten an von den drei Grundstoffen oder Grunddinge Schwefel, Salz und Quecksilber, für welche beide letzteren auch Arsenik und Erde genan werden. Sie werden auch in gewissem Sinne unseren »Kräften« analog als Hauptbedingu aller körperlichen Formung aus den vier Elementen betrachtet. In diesen Grunddinge der Alchymisten setzte man eine Art von Individualität voraus, denn jedes Metall hatte sein eigenen Schwefel, sein besonderes Salz u. s. f. Die späteren Chemisten des Mittelalters ne men auch eine Zusammensetzung des menschlichen Leibes wie der Metalle nicht blos aus d »vier Müttern«, sondern nächst diesen aus den drei Grunddingen an. Damit hängt es zusam men, dass das grosse »Arcanum«, nach dem sie suchten, nicht nur schlechtes Metall in Go verwandeln, sondern auch die Universalmedicin sein sollte. — So scheinen das erste Eingrei und die Fortschritte der Chemie, auf denen unsere jetzige Anschauung basirt, zunächst m einem Rückgang in den wissenschaftlichen Fragen verbunden zu sein, aber indem sich d wissenschaftliche Betrachtung ein neues Erklärungsprincip, das chemische, aneignete, seh wir in diesem scheinbaren Rückschritt, der über dem Eindruck der neuen, halbverstande Erfahrungen das Altgewusste zu vergessen scheint, den Beginn einer neuen, fortgeschritt Zeit. Die Chemie sammelte als Alchemie eine Summe von Erfahrungen, eine erstaunlic Menge von Versuchen wurde gemacht. Das dort Neugewonnene übertrug man sogleich a das Gebiet der Physiologie. Chemische Vorgänge, bei denen sich Wärme ohne Feuererschei nung entwickelte, schienen noch tauglicher zur Erklärung der animalen Wärme als das ari stotelische Feuer. Man fasste die Vorgänge, bei welchen, wie bei der Gährung zuckerhalti Flüssigkeiten, Gasentwickelung und Wärmebildung ohne Feuererscheinung beobachtet wur unter der allgemeinen Bezeichnung »Gährung« zusammen und rechnete hierzu alle di jenigen Processe, bei denen, wie z. B. bei der Einwirkung von Säuren auf kohlensaure Alka lien und Erden, oder auf Metalle, eine Zersetzung ohne Anwendung höherer Wärmegrad erfolgte.

Nach PARACELSUS' Ansicht zerlegt der »Archäus« (chemische Kraft und Lebenskraft) i Magen die Speisen in die Essenz, das Gute, und in das Unbrauchbare, Giftige, das Böse Letzteres wird als schädliches Exkrement im Harn, Koth und Athem ausgeschieden, erster dient zum Ersatz der fortwährenden Organverluste.

Die Iatrochemiker dachten sich diese Stoffverluste des Körpers, zu deren Ersatz di Nährstoffe eingeführt werden, unter dem Einfluss ihrer »Gährungen« eintreten. Zu Gährun gen der Art schien durch das Zusammentreffen verschiedenartiger Flüssigkeiten im Körpe wie des alkalischen Blutes mit dem sauren Inhalt des Magens, der dem Blute zugeführt wir (Milchsaft), reichlich Gelegenheit gegeben. Die »Essenz« des PARACELSUS, gleich dem hippo kratischen Aliment, ist für sie der gährungsfähige Schleim, den alle Nahrungssto enthalten sollen.

Die Mechanik hatte sich in stetigem Gang neben ihrer jüngeren Schwester, der Chemi fortentwickelt. Das Problem des Lebens suchten beide Wissenschaften mit den ihnen zu Ge bote stehenden Hülfsmitteln zu lösen. Aerzte schlossen sich diesen Bestrebungen an, es ent standen die sich bekämpfenden Schulen der Iatrochemiker und Iatromathematiker, dere

weit oft an die Diskussionen unserer Tage zwischen den analogen Richtungen in Physiologie und Medicin erinnert.

Während die chemische Schule nach Analogien tastend das Leben aus den ihr gerade bekannten chemischen Vorgängen zu erklären suchte, war die mathematisch-physikalische Betrachtungsweise, die Iatromathematik, zu den schönsten Erfolgen in Beziehung auf die Theorie der mechanischen Bewegungen des Organismus und im Organismus des Menschen und der Thiere gelangt. Man konnte den Versuch wagen, das Problem der menschlichen Arbeitsthätigkeit mechanisch-experimentell zu lösen, und HELMHOLTZ macht mit Recht darauf aufmerksam, dass wir von diesem Gesichtspunkt die kunstreichen Automaten aufzufassen haben, welche man baute und die, wie die fliegende hölzerne Taube des ARCHYTAS VON TARENT (400 v. Chr.), der menschliche Automat des ALBERTUS MAGNUS, dem THOMAS VON AQUIN im Schrecken den Kopf zerschlug, als er ihm die Thür öffnete und ihn scheinbar anredete, die Automaten des REGIOMONTANUS, VAUCANSON, der beiden DROZ, animale und speciell menschliche Verrichtungen nachahmten. Die mechanische Schule stellte neben die von den Chemikern angenommene Ursache von Substanzverlust durch Gährung die Abnutzung, die Abreibung der arbeitenden, bewegten Organe als eine zweite Ursache auf. Die Abnutzung sollte in der organischen Maschine des Menschenleibes ebenso und aus analogen Gründen erfolgen, aus denen sie bei ihren Automaten und bei jeder anderen Maschine erfolgt. Die Stoffverluste aus beiden, den chemischen und physikalischen Ursachen, sollten durch die eingeführten Nahrungsmittel gedeckt werden.

Damit waren die beiden Gesichtspunkte im Principe aufgefunden, nach denen noch heute die Ernährungsfragen beurtheilt zu werden pflegen; Wärmebildung und Organerhaltung mit Organbildung.

In dem Streit der sich bahnbrechenden neuen chemischen Anschauungen mit der aristotelischen und der darauf gebauten alt-chemischen Theorie machte die Ernährungslehre nur indirecte Fortschritte.

Der Irländer ROBERT BAYLE stellte in seinem Skeptical Chymist 1661 zuerst die Grundansichten der neueren Chemie auf, er nahm eine grössere Zahl von einfachen Stoffen an und ein anderes Gesetz ihrer Verschiedenheit als jenes nach den vier Elementen und den drei Grunddingen; die Gestalt der Atome solle die Verschiedenheit der einfachen Stoffe verursachen. Durch unseren STAHL wurde die Chemie wissenschaftlich gestaltet, sein System, das phlogistische, konnte jedoch dauernd sich nicht behaupten. BECHER und STAHL nahmen in den drei Naturreichen die gleichen Elemente an, die sich nach BECHER in den organischen Substanzen in verwickelterer Weise verbinden als in der anorganischen Natur. STAHL fand in den Pflanzen- und Thierstoffen wässerige und brennbare, in den Mineralien erdige Bestandtheile vorwiegen. Eine Menge von Stoffen, z. B. Salze, hatte man schon aus den organischen Körpern isolirt und als Bestandtheile erkannt (cf. unten).

A. HALLER, der Begründer der neueren Physiologie, den man mit Stolz den ARISTOTELES des 18. Jahrhunderts nannte, fasst die wissenschaftlichen Ansichten seiner Zeit in kurzen Worten zusammen. Die thierische Wärme entsteht (vor Allem) aus chemischen Processen im Körper selbst. Die Nahrung deckt die beständig unter der Einwirkung der Wärme und durch die Abnutzung der Organe entstehenden Verluste. Durch die beiden genannten Einflüsse entstehen scharfe Stoffe, die als schädliche Exkrete ausgeworfen werden müssen. Diese Ansicht ist darum von Wichtigkeit, weil hier zuerst der moderne Begriff des »Stoffwechsels« auftritt, ein Theil der Auswurfsstoffe des Körpers entstammt diesem Stoffwechsel. Er wusste, dass die Faser, welche ihm die Organisationseinheit der thierischen Bildungen ist, und deren Stoffverluste durch die Nahrung ersetzt werden sollen, bestehe aus Wasser, Aschen- (erdigen) Bestandtheilen, unter denen neben salzigen Stoffen (thierischem Alkali) vor Allem das Eisen speciell bekannt war, aus Oel und luftförmigen Bestandtheilen. Aus dem als Nahrung aufgenommenen Fleische und den mehligen Nahrungsstoffen wird nach ihm in der Verdauung eine gallertige Lymphe gebildet, die sich in die Lücken, welche die abgeriebenen Theilchen gelassen, ansetzt und so den entstandenen Verlust ausgleicht. Der sonstige aus Pflanzen-

nahrung hervorgehende Nahrungssaft dient zu den dem Organismus nöthigen anderen chen schen Zwecken. Er ertheilt dem Blute den nöthigen Salzgehalt; er mildert durch seine Sä die alkalische Schärfe des Blutes, bringt also zunächst einen jener »Gährungsvorgänge« hervo von denen seit der Lehre der Iatrochemiker die Erzeugung der thierischen Wärme abgeleit wurde. A. HALLER steht sonach, wenn sein Wissen auch noch im Einzeldetail mangelhaft is auf einer höheren Stufe der Erkenntniss dieser natürlichen Processe als seine Vorgänge Seine Ansichten sind Vorläufer für die Anschauungen der Neuzeit vom Stoffwechsel und de ungleichen Werthe der verschiedenen Nahrungsstoffe für die Ernährung.

Der 1. August 1774 wird als der Tag genannt, an welchem PRIESTLEY den grössten ch mischen Fund seines Jahrhunderts machte, als er den Sauerstoff entdeckte. Als des zweiter Entdecker ziemlich gleichzeitig muss SCHELE genannt werden. LAVOISIER verstand diesen Fund zu dem grössten Fortschritt in der Chemie zu verwerthen, welcher der sch 113 Jahre früher aufgestellten Theorie der Elementarstoffe BAYLE's erst ihre eigentliche B deutung gab. An dem Gesetz der Verbindung mit Sauerstoff wurde die neuere Chemie au gebaut. Die neue Kenntniss über den chemischen Vorgang bei den vorzüglich wärmeerze genden Processen, den Verbrennungen, Oxydationen, verwerthete er für den Process der thi rischen Wärmebildung in der Athmung (cf. diese). Er erklärte die Nothwendigkeit des Ve kehrs der animalen Organismen mit der Luft daraus, dass der wesentliche Luftbestandthei der Sauerstoff, die Lebensluft, in der Athmung aufgenommen werden müsse, um einen Ve brennungsvorgang zu unterhalten, an den der Fortbestand des animalen Lebens geknüpft der die Quelle der thierischen Wärme ist. Die Vorgänge der Zersetzungen im Thierorga mus unter dem Einfluss der Luft, die man früher als Gährungen bezeichnete, wurden d die Sauerstoffaufnahme bei der Athmung neu erklärt. Diese Zersetzungen müssen d eingeführte Nahrungsstoffe, denen die Fähigkeit zukommt, Sauerstoff in sich aufzunehme mit ihm Kohlensäure, Wasser und stickstoffhaltige Verbindungsprodukte zu bilden, dem per wieder ersetzt werden. Das Abhängigkeitsverhältniss der Thiere vom Pflanzenreich erkannt; die Anschauungen unserer Zeit über die allgemeinen Ernährungsvorgänge im und Pflanzenreiche, wie sie im zweiten und dritten Capitel dargestellt wurden, basir den von LAVOISIER eingeführten Ansichten.

Wie natürlich wurde der neuen Lehre, die zunächst noch mit unberechtigter Anmass Alles erklären zu können, auftrat, Widerstand entgegengesetzt, besonders in Deutschl wo die geistreiche Experimentalforschung und Kritik STAHL's fortgesetzt ihre Anhänger unter den Chemikern zählte. Sehr wichtig war es, dass der bedeutendste Experimental-Ph siolog dieser Zeit, MAGENDIE, auch in Paris selbst doch nicht so ganz die absolute Nothw digkeit der neuen Lehre zur Erklärung der Vorgänge in den animalen Organismen anerka Es gelang ihm an dem mehr bewunderten als ausgebauten Lehrgebäude in wesentlichster W zu rütteln. LAVOISIER hatte für die Erklärung der Athmung angenommen, dass aus dem eine kohlen- und wasserstoffreiche Flüssigkeit in die Lungen schwitze, welche dort v brannt würde zu Kohlensäure und zu Wasser. MAGENDIE konnte für das Wasser die alt Ansicht als begründet experimentell beweisen, dass das Wasser, welches durch d Lungen abgegeben wird, wenigstens sicher seiner Hauptmasse nach nicht aus einer Verbre nung, sondern aus dem in den Säftekreislauf eingeführten Wasser stamme. MAGENDIE fu fort, in der von HALLER angebahnten Richtung zu experimentiren; er ist der Begründer unse experimentellen Forschung in der Ernährungslehre. Die Fortschritte der Chemie hatten ei grosse Anzahl neuer Stoffe aufgefunden, altbekannte näher erforscht. Er unternahm es, in den Nahrungsmitteln enthaltenen einfacheren Stoffe näher auf ihre Wirkung für die Ern rung zu untersuchen. Von ihm ist die Eintheilung dieser Stoffe in stickstoffreiche und stic stofffreie (oder stickstoffarme). Seine Versuche ergaben, dass die stickstofffreien Nährst Rohrzucker, Gummi, Olivenöl, Butter etc. nicht vermögend sind, die animalischen Organism zu erhalten, die ausschliesslich damit gefütterten Thiere gingen unter allen Zeichen der Ina tion zu Grunde. Bei der Section fand sich alles Fett verzehrt, die Muskelmasse sehr bede tend vermindert. TIEDEMANN und GMELIN bestätigen MAGENDIE's Erfahrungen (die Unfähigkei

allein zur Ernährung zu dienen; für die stickstofffreien Substanzen: Zucker, Gummi, Stärke durch Versuche an Gänsen.

Für die Classe der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe ergaben die Versuche ein bemerkenswerth verschiedenes Resultat.

Der Leim allein genossen scheint auf die Dauer nicht zu nähren, dagegen blieben Hunde, bloss mit Käse oder harten Eiern gefüttert, am Leben, obwohl sie schwach und mager wurden und die Haare verloren, ebenso bewies MAGENDIE, dass von fettlosem »Muskelfleisch« wenigstens Nagethiere sich zu erhalten vermögen. TIEDEMANN und GMELIN erhielten eine Gans mit ungenügenden Mengen von) gekochtem und zerhacktem Eiweiss über anderthalb Monate am Leben, während ihre mit Gummi gefütterten Gänse am 16., mit Zucker am 22., mit Stärke am 24. Tage starben. Die Versuche ergaben sonach, dass unter den einfachen Nahrungsstoffen nur die eiweisshaltigen, unter diesen vor Allem das Muskelfleisch zur Unterhaltung des Lebens geeignet seien. Trotzdem dass, wie MAGENDIE nachweisen konnte, bei seinen Versuchen eine Verdauung und Chylusbildung auch bei der Zufuhr der einfachen stickstofffreien Stoffe eingetreten war, starben dabei die Thiere unter allen Zeichen der Verhungerung.

Folgerichtig wurden zwei Schlüsse aus den experimentellen Beobachtungen gezogen, im Zusammenhalt mit der täglichen Erfahrung:

1) Nahrungsstoffe, welche für sich allein nicht im Stande sind, das Leben zu erhalten, zeigten eine unverkennbare Nährfähigkeit, wenn sie mit anderen Stoffen gemischt genossen wurden. So ist der Leim nach MAGENDIE mit anderen Nahrungsmitteln, z. B. Fleisch (Albuminaten) genossen eine nahrhafte Substanz (Brod genüge dazu nicht), ebenso Gummi, Zucker, etc. Ihre verschiedenartige Wirkung, z. B. auf Mästung von Thieren und Menschen, war praktisch festgestellt und z. B. durch PROUT in diätetische Regeln gebracht. Alle Nahrung müsse für den Menschen nach ihm, wie die von der Natur als erstes und ausreichendes Nahrungsmittel dargebotene Milch, aus den beiden MAGENDIE'schen Stoffgruppen gemischt sein: den stickstofffreien, PROUT's Saccharina (Zucker, Stärke, Gummi etc.) und Oleosa (Oel, Fett), und den stickstoffhaltigen, die PROUT richtiger Albuminosa nennt (animalische und vegetabilische Albuminate). Auch die Nahrung aller Thiere enthält die Vertreter dieser beiden Stoffgruppen, ebenso die Gräser und Kräuter als die animalischen Nahrungsmittel, welche letztere am wenigsten aus Eiweiss und Oel (Fett) bestehen.

2) Der zweite Schluss, den man daraus zog, war der, dass das Eiweiss (Albuminate) unter den Nährsubstanzen die höchste Stufe einnehme. In ihm glaubte man das bisher gesuchte eigentliche Nutriment, die Essenz aufgefunden zu haben. Die Rolle, welche man früher dem »nahrungsfähigen Schleim«, der »gallertigen Lymphe« zugetheilt hatte, wurde nun den Albuminosen, Stoffen, die im Körper alle in eigentliches Eiweiss umgewandelt werden sollten, zugeschrieben. Je leichter sie in Eiweiss umgewandelt werden könnten, um so tauglicher seien sie zur Ernährung (J. MÜLLER). Früher hatte man wohl geglaubt, dass, wie der pflanzliche, auch der thierische Organismus überhaupt die Fähigkeit zur Eiweissbildung aus einfacheren Nährsubstanzen habe. Die Untersuchungen MAGENDIE's haben diese Annahme unhaltbar gemacht. Schon MAGENDIE schloss, da der Stickstoff der Organe nur von der Nahrung stamme und die stickstofffreien Substanzen sich im Thier nicht in stickstoffhaltige umwandeln; sein grosses Verdienst ist es, mit grösserer Consequenz, als es sonst geschah, auf den Gehalt an stickstoffreichen Substanzen in den vegetabilischen Nahrungsmitteln hingewiesen zu haben, von denen Menschen und Thiere leben, wie Reis, Mais, Getreide, Kartoffeln, Zuckerrohr. Diese Ansichten über den hohen Werth der Albuminate wurden ergänzt durch die Ansicht der Anhänger der LAVOISIER'schen Lehre. Sie lehrten, dass der in der Nahrung eingeführte und in den Lungen verbrannte Kohlenstoff und Wasserstoff die Ursache der thierischen Wärmebildung sei. Die berühmten Versuche von LAVOISIER, DULONG und DESPRETZ über den Zusammenhang der thierischen Wärme mit der Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Kohlensäure hatten diese Seite der Ernährungslehre experimentell neu begründet.

Durchdrungen von der Wahrheit des Satzes, dass die stickstoffreichen Eiweissstoffe der Organbildung im animalen Körper allein vorstünden, stellte BOUSSINGAULT seine Tabelle auf

über den Nahrungswerth (Heuwerth) der vegetabilischen Nahrungsmittel, vorzüglich landwirthschaftlichen Zwecken, in welcher die Futterstoffe nur nach ihrem Stickstoffgeh geordnet waren, während der alte Heuwerth THAER's berechnet war nach der Menge all löslichen Stoffe, welche aus der Nahrung in das Blut übergehen könnten.

Die allgemeinen Principien einer wissenschaftlichen Ernährungslehre waren, wenn au nicht klar formulirt, doch aufgefunden. Aber viel fehlte, dass diese Lehren Eingang gefund hätten in den Kreisen der Vertreter der Medicin und Gesundheitspflege, sowie der ebenfa direct interessirten Landwirthschaft. Nirgends so schwer wie in Gebieten der praktisch täglichen Erfahrung, die ihre Beobachtungszeit nach Jahrtausenden zählt, sind alte Vo urtheile und halbverstandene Ansichten zu bekämpfen. Ueberall fehlten in den praktisch Kreisen, wenn nicht der gute Wille, so doch die nothwendigen chemischen Vorkenntnis um die neuen Resultate der Forschung zu verstehen, geschweige denn anzuerkennen od nach der von ihnen gebotenen Richtschnur zu handeln.

J. v. LIEBIG war es, der die chemisch-physiologischen Theorien sicher zu formulir jenen Widerstand definitiv zu brechen und den Gewinn des praktischen Nutzens für Medici Gesundheitspflege und Landwirthschaft aus ihnen zu ziehen verstand und lehrte.

Seine Theorie, lange ebenso angestaunt wie angekämpft, lässt sich vielleicht in Kü zusammenfassen.

Die albuminähnlichen Stoffe, welche wir im thierischen Organismus antreffen, werd nicht in diesem erzeugt, sondern schon fertig gebildet ihm zugeführt. Auch der Pflanzenfres erhält alle Albuminate seiner Organe aus seiner Nahrung. Aus dem Albumin entstehen d stickstoffreichen krystallinischen Zersetzungsstoffe, die sich in den Sekreten und Exkret sowie in den Organen selbst vorfinden. Es wird darauf hingewiesen, dass aus Eiweissstof den Fetten und Kohlehydraten in gewissem Sinne nahestehende Produkte oder diese selbst Thierkörper gebildet werden können. Aus Kohlehydraten der Nahrung scheint sich im Kör Fett bilden zu können: jedenfalls wird das Fett der sich mästenden oder Milch liefern Pflanzenfresser diesen nicht als solches in der Nahrung zugeführt.

Die stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte der Albuminate gehen durch den Harn ab (vor Allem ihr Hauptrepräsentant, der Harnstoff, können als Maass der Eiweisszersetzung im Or ganismus betrachtet werden. Als weiteres Maass für die Stoffzersetzung im Allgemeinen (St wechsel) kann auch die in der Athmung ausgeschiedene Kohlensäure dienen, welche Hauptmasse des oxydirten Kohlenstoffs aus dem Körper entfernt, ebenso der zur Oxydati aufgenommene Sauerstoff.

Wir sind unter Rücksichtnahme auf die Harn- und Respirationsausscheidung (aus Ni und Lunge) im Stande, die Grösse des Stoffwechsels (Stoffverbrauchs) bei Thieren un Menschen unter verschiedenen Bedingungen der Ernährung, Lebensweise, Ruhe und Arbei Klima, Lebensalter zu bestimmen und daraus die Bedingungen der Lebenserhaltung durc die Nahrung bezüglich ihrer Quantität und Qualität für das gewöhnliche Leben und für beso dere Fälle (Wachsthum, Krankheiten, bei Thieren Mästung, Milchbildung etc.) abzuleit Da uns die Körperexkrete erlauben, zu bestimmen, wie viel Stoff im Körper zersetzt word ist, so kann durch genaue Kontrole der Nahrungseinfuhr bestimmt werden, ob die eingeführ Nahrung zum Ersatz alles in den Exkreten Ausgegebenen hinreichte, oder ob der Körper vo seinen Organbestandtheilen noch zuschiessen musste, also abmagerte, oder ob er von de eingeführten Stoffen einen Theil als überschüssig zurück behielt, ansetzte.

Mit diesen Darlegungen war die Methode der Forschung auf das Wesentlichste bereicher MAGENDIE und die anderen Experimentatoren hatten sich bei ihren Untersuchungen über d Nahrungsmittel darauf beschränkt, Gewichtsbestimmungen der gefütterten Organismen vo zunehmen, die nur im Allgemeinen den Schluss über Abnahme und Zunahme des Körpers b einer bestimmten Kost gestatteten. Jetzt eröffneten sich tiefere Blicke in die Stoffwechselvo gänge im Organismus selbst.

Neben der Schöpfung der exakten Forschungsmethode stellte LIEBIG auch die leitend Gesichtspunkte in der nach seinem Namen benannten Theorie kurz auf; es sind dieselbe

denen wir schon bei den Griechen und dann in allen Entwickelungsperioden unserer Lehre unter verschiedenem Gewande begegneten. Der Fortschritt besteht darin, dass nun den verschiedenen Nahrungsstoffen ihre festen Rollen zugetheilt werden.

Der Ernährungsvorgang hat zwei Funktionen zu genügen: der Organbildung und der Wärmebildung. Unter dem Einfluss ihrer Thätigkeit (Abnutzung) erleiden die Organe, indem sich Theile von ihnen mit Sauerstoff verbinden, fortwährende Verluste, die durch die Nahrung wieder ausgeglichen werden müssen. Ein Theil der animalen Wärme stammt aus dieser Organoxydation. Der grösste Theil derselben wird bei genügender Nahrung von den eingeführten Nahrungsstoffen geliefert, die im Körper unter dem Einfluss des in der Respiration aufgenommenen Sauerstoffs verbrennen.

Diesen beiden Funktionen entsprechend theilte Liebig die Nahrungsstoffe, abgesehen von dem nöthigen Wasser und organischen Salzen, ein in:

1) Organbildende: plastische und

2) Wärmebildende: respiratorische Nahrungsmittel.

Die plastischen Nahrungsmittel sind allein die Albuminate.

Die respiratorischen Nahrungsmittel sind vorzüglich die Fette und Kohlehydrate, doch betheiligen sich an der Wärmeerzeugung auch die anderen Bestandtheile der Nahrung (auch die Albuminate), soweit sie sich mit Sauerstoff verbinden können. Je mehr Sauerstoff ein bestimmtes Gewicht des Nahrungsstoffes in sich aufnehmen kann, desto mehr ist er fähig, die Wärmeverluste des Körpers zu decken; Fett steht in diesem Sinne vor den Kohlehydraten und Eiweiss etc.

Liebig setzte selbst nach diesen Gesichtspunkten die Quantitäten, die im Allgemeinen zur Ernährung nothwendig sind, für Menschen und Thiere fest. Eine grosse Anzahl von Forschern: Physiologen, Aerzte, Thierzüchter betheiligen sich mit mehr oder weniger Erfolg an der Lösung der vorliegenden Fragen.

Nachdem durch Liebig die Aufgabe im Allgemeinen umgrenzt und die leitenden Gesichtspunkte gefunden waren, stellte sich für die Anwendung derselben in der Praxis die Aufgabe, das im Allgemeinen Erkannte im Einzelnen noch genauer kennen zu lernen.

Im Allgemeinen soll durch die Nahrung ein Verlust des Körpers verhütet oder eine Massenzunahme seiner Organe, überhaupt eine stoffliche Veränderung in ihm hervorgebracht werden. Man muss zu diesem Zwecke den Stoffwechsel unter den mannigfaltigsten Bedingungen und Zuständen durch das Studium der Zersetzungsprodukte kennen lernen und namentlich feststellen, wie viel davon von jedem einfachen Nährstoff vom Darm aus in die Organe übergeht, welchen Einfluss auf die Umsetzung jeder derselben hat, und wie sich dann genau gekannte Gemische verhalten (Voit).

Die Arbeiten von Frerichs, Bidder und Schmidt und Th. L. W. v. Bischoff sind hier zunächst zu nennen, an die sich die viel citirten Untersuchungen von Barral und Chossat anschliessen. Nach Liebig's Theorie hatte man angenommen, dass der Eiweissverbrauch der Organe nur bei ihrer Thätigkeit erfolge. Die Untersuchung ergab, dass bei der gesteigerten Eiweisszufuhr in der Nahrung auch der Eiweissverbrauch steige. Es schien diese Beobachtung nicht mit der Theorie in Einklang zu stehen. Indem man annahm, dass nur die im Hunger zerstörte Eiweissmenge der Abnutzung der Organe entspreche, glaubte man, dass der in der Nahrung über dieses Minimalmaass zugeführte Theil des Eiweisses als zum Organersatz überflüssig, wie man sich ausdrückte, im Blut verbrenne; man nannte das Luxuskonsumption (cf. S. 214). Sie war im Begriff, in Vergessenheit zu gerathen, nachdem man eingesehen hat, dass die Liebig'sche Theorie diesen Fall als einen besonderen stets in sich geschlossen hatte und die alten Ansichten über die strenge Scheidung der organisirten und nichtorganisirten Bestandtheile des animalen Organismus sich als unhaltbar herausgestellt haben. Die flüssigen Körperbestandtheile müssen, so lange sie das Organ passiren, als Bestandtheile desselben angesehen werden; sie treten wirklich in die Organisation ein; sie betheiligen sich an der Lebensthätigkeit des Organs, ihr Zerfall steht mit dieser in directer Beziehung (cf. oben S. 125 Molekularstructur). Was hier von den Albuminaten gesagt ist, gilt

aber selbstverständlich auch für Fette und Kohlehydrate. Neuerdings liess in gewissem Sin C. Voit die Lehre von der Luxuskonsumption in seiner Theorie vom circulirende Eiweiss im Gegensatz zum Organeiweiss wieder erstehen.

In neuer Zeit machte die Untersuchungsmethode noch zwei wesentliche Fort schritte. Was Liebig postulirt hatte, dagegen von fast allen Experimentatoren bestritten wurd dass aller aus dem Stoffumsatz der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile stammende Stick stoff im Harn wiedererscheine, dass also bei Gleichgewicht der Eiweisszufuhr in der Nahrun mit der Eiweisszersetzung im Organismus aller aus der Zersetzung stammende Stickstoff i Harn wiedererscheine, wurde von Bidder und Schmidt für die Katze, von Voit und Bischo mit aller Entschiedenheit für Hunde, von J. Ranke für den gesunden ruhenden Menschen, v Voit für die Taube, von Henneberg für Rinder zuerst nachgewiesen. Das so oft behauptete Stickstoffdeficit existirt nicht. Wo sich ein solches, bestimmte Fälle ausgenommen, i den Versuchsresultaten findet, sind die Methoden als mangelhaft zu bezeichnen. Im Stick stoff des Harns haben wir also wirklich ein Maass des Umsatzes der stickstoffhaltigen Körpe stoffe. Der zweite Fortschritt ist die Ermöglichung der Bestimmung der Respirationsverlus durch v. Pettenkofer's Respirationsapparat (cf. Athmung). Wir wenden uns zur Darstellu des gegenwärtigen Standes unserer Lehre.

Das dynamische Gleichgewicht der Organe.

Wir wissen, dass während der Dauer des Lebens im Organismus nur ei scheinbare Ruhe existirt. Während wir die Gebilde der anorganischen Natur der Stabilität ihrer Zusammensetzung mit einem Gebäude, etwa mit einer Mau vergleichen können, an welcher alle die an ihr wirksamen Kräfte in ein stabil Gleichgewicht gelangt sind, können wir die scheinbare Ruhe des Organism mit dem Gleichgewichte vergleichen, welches ein mit Wasser gefüllter Tr eines laufenden Brunnens erkennen lässt, bei welchem der Wasserstand nu darum ein gleichbleibender ist, weil in Folge regulatorischer Einrichtungen der Zeiteinheit gleichviel Wasser zu- und abfliesst. In ähnlicher Weise, wie i letzterem Falle, wechseln im thierischen Organismus beständig die Stoffe, welch [redacted]

· durch Steigerung ihrer Lebensthätigkeit mehr Stoffe zersetzt und dadurch nische Körper hervorbringt, welche Sauerstoff rasch und leicht binden, ent- t sie dem sie umströmenden Kapillarblute mehr Sauerstoff, das Blut ver- t relativ an diesem nothwendigsten Lebensbedürfniss. Die Menge Sauer- , welche das Blut enthält, kann durch einen Mehrverbrauch an einer Stelle h beeinflusst werden. Bei jedem Kreislauf wird ihm schon bei den Ver- uchsbedingungen der Organe in der Ruhe etwa $^1/_3$ seines Sauerstoffgehaltes zogen (PFLÜGER). Da die Zeit für einen Kreislauf nur etwa 20 Sekunden be- gt, so genügt eine sehr kurze Zeit, um bei gesteigertem Verbrauch und ichbleibender Sauerstoffaufnahme in der Athmung eine relative Verarmung s Gesammtblutes an Sauerstoff zu erzeugen. Gleichzeitig tritt eine Vermeh- ng des Kohlensäuregehaltes, des Gehaltes an Zersetzungsprodukten der Zellen- ffe in dem Blute ein. Beide Momente verbinden sich, um die Lebensthätig- iten aller Zellen des Organismus zu beeinflussen, aber namentlich fein agiren auf diese Veränderungen gewisse Zellengruppen in den nervösen Cen- alorganen, sie gerathen durch diese Reize in erhöhte Thätigkeit, deren Resultat ne Steigerung der Athemintensität und Beschleunigung des Gesammt-Blut- roms ist. Das Blut, welches in dem in seiner Lebensthätigkeit gesteigerten rgane seinen Sauerstoff rascher verliert, strömt nun in der Zeiteinheit öfter urch die Lungen, wo es seinen Verlust ausgleicht, und kann nun, dem gestei- rten Sauerstoffverbrauch in dem Organe entsprechend, diesem in derselben it durch die Beschleunigung seiner Stromgeschwindigkeit mehr Sauerstoff hren. Die gleichzeitig gesteigerte Lüftung in den Lungen scheidet die mehr das Blut abgegebene Kohlensäure aus, und gleichzeitig arbeiten auch die eren Ausscheidungsdrüsen unter der gesteigerten Circulationsgeschwindig- it in erhöhtem Maasse. So tritt ein neuer Zustand des dynamischen Gleich- wichtes im Gesammtorganismus ein, der sich sofort wieder modificirt, wenn e Bedingungen in irgend einem Organe wieder andere werden. Analoge Regu- ungen zeigen sich in vielfältigster Weise und namentlich ist hier auf die Ver- derung in der Blutcirculation, Weite und Durchlässigkeit der Blutgefässe in m arbeitenden Organ selbst hinzudeuten (cf. Thätigkeitswechsel der Organe d Blutvertheilung). Ist die Regulirung des dynamischen Gleichgewichtes ischen Stoffverbrauch und Ersatz eine vollkommene, so zeigt sich das für das bjective Gefühl als der Zustand eines körperlichen Behagens. Sowie s Gleichgewicht irgend wie gestört wird, zeigt sich eine Störung dieses Be- gens, wir haben Lufthunger oder Hunger nach fester Nahrung oder urst. Dieses subjective Gefühl begleitet die Veränderung in dem Reizzu- nde jener centralen Nervenzellen, welche an sich automatisch wie ein Regu- or am Uhrwerk jene Bewegungen und Thätigkeiten mit wunderbar feiner stufung einleiten und erhalten, welche der Organismus zur Wiederherstel- g des durch die Lebensbedingungen beständig gestörten Gleichgewichtes darf.

Je nach der Steigerung der Lebensintensität der Zelle, d. h. des Organs, en wir sie mehr Stoffe verbrauchen und entsprechend mehr aus der Säfte- sse, dem Blute, sich aneignen; gleichzeitig treten mehr Zersetzungs- offe der Organe (Kohlensäure, Phosphorsäure, Kalisalze, Harnstoff etc.) in das Blut ein. Diese chemischen Veränderungen des Blutes wirken in ihrer

Verbindung oder einzeln auf regulatorische Centren ein, und diese zwingen i steigender Gewalt den Organismus, seine Verluste durch Luft- und Nahrun aufnahme auszugleichen, und besorgen selbst die Entfernung jener stören Gewebsschlacken. Unser Wille vermag diese regulatorischen Thätigkeiten i zum Theil zu unterdrücken, an sich sind dieselben unwillkürlich.

Der Stoffverbrauch findet im Organ, in der Zelle sta das Organ, die Zelle regulirt den normalen Stoffverbrau des gesammten Organismus.

Alle anderen auf den Stoffverbrauch von Einfluss erscheinenden Mome wirken nur in secundärer Weise im Dienste der Zelle, der Organe. Gesteige Athmung, gesteigerte Herzbewegung und Blutcirculation, ja sogar gesteige Nahrungsaufnahme mit Steigerung des intermediären Säftestromes wirken i nächst nur in diesem Sinne. Je nach der Intensität der Lebensthätigkeiten der Zelle sehen wir in derselben Stoffverbrauch eintreten. Dieser Stoffv brauch wird zunächst aus den die Zelle umspülenden Säften, vor Allem aus d Blute durch Diffusion ersetzt, deren Thätigkeit wir uns im lebenden Organism viel rascher und energischer vorstellen müssen, als unsere physikalischen I perimente es uns erscheinen lassen (cf. S. 128 ff. und unten Sauerstoffathmun Man war früher der Meinung, die Menge des in der Athmung aufgenomme Sauerstoffs regulire die Stoffzersetzungen im Organimus, je mehr Sauer vorhanden sei, desto mehr werde verbrannt. Jetzt wissen wir, dass umgek durch die Zersetzungen in den Zellen die Menge des in der Athmung a nommenen Sauerstoffs bestimmt wird. Wir können willkürlich den Sauer gehalt des arteriellen Blutes durch energisches Lufteinblasen in die Lung zu vollkommener Sättigung des Haemoglobins bei der Apnoe (Ewald) ste aber der Sauerstoffverbrauch des Organismus ändert sich dabei nicht (Pflü Um den Sauerstoffverbrauch zu steigern, müssen wir die Lebensthätigkeit Zellen des Organismus steigern. Die Lebensenergie der Zellen wächst mit vollkommeneren Befreiung von ihren Zersetzungsprodukten. Es ist für ein derselben direct nachzuweisen, dass sie die Stoffwechselvorgänge in den Ze wie ihre Lebensenergie herabsetzen: ermüdende Stoffe. Das ist ein Hau grund, warum wir mit einer Steigerung der Circulation eine Steigerung Stoffverbrauches des Organismus verbunden sehen, die Zellen, die Organe beiten dann energischer, der Stoffverbrauch in ihnen wächst und damit Stoffverbrauch des Gesammtorganismus. So sehen wir mit einer Ve mehrung der im Organismus und in den Organen kreisend Flüssigkeiten, des Blutes und der Lymphe — mit einer Steigerung intermediären Kreislaufs die Stoffzersetzung im Gesammtorgani mus wachsen, nicht weil die vermehrte Blutmenge nun mehr Sauerstoff Organen zuführt, nicht weil diese nun ein reichlicheres Nährmaterial, das zersetzen können, erhalten, sondern weil die Lebensthätigkeit d reichlicher umspülten Zellen und damit ihr Stoffverbrau gesteigert ist. Eine Verminderung des Säftestroms wird umgekehrt v einer Herabsetzung der Lebensenergie der Zellen, und einer daraus herv gehenden Herabsetzung des Gesammtstoffverbrauchs des Organismus begleit

Wenn wir also auch nicht annehmen, dass die aufgenommene Sauer stoffmenge es ist, welche die Oxydationen im Organismus regelt, so ist

s dagegen *ein Maass für die Energie der im Organismus verlaufenden Lebensvorgänge* in den Zellen, und wir dürfen in diesem ne die Vermehrung oder Verminderung der Sauerstoffaufnahme durch Zuände des Gesammtorganismus oder einzelner seiner Organe, oder durch die nährung mit verschiedenen Nährstoffen beurtheilen. Es wird uns daher der perimentelle Vergleich der Sauerstoffaufnahme unter verschiedenen physiogischen Bedingungen sehr wichtige allgemeine Fingerzeige geben.

Die Gesetze des Stoffwechsels.

Dem *Gesetze gemäss, dass mit der gesteigerten Lebensthätigkeit der Organe der Sauerstoffverbrauch und der Gesammtstoffverbrauch des Organismus wächst*, sehen wir die Wirng gesteigerter oder verminderter Muskelthätigkeit. Der Gesammtorganismus mt mehr Sauerstoff auf, er gibt mehr Zersetzungsstoffe ab, der Gesammtanismus verbraucht mehr, wenn die wichtige Organgruppe der Muskeln eine teigerte Thätigkeit entfaltet. Bei Muskelruhe ist umgekehrt der Sauerstoffbrauch und der Gesammtstoffverbrauch herabgesetzt, freilich nicht in dem n Grade, den man bei oberflächlicher Ueberlegung erwarten könnte, weil Ruhe doch immer nur eine relative und theilweise ist, und auch in den bar ruhenden Muskeln, wie in allen scheinbar ruhenden Organen, eine ährende, mit Stoffverbrauch verbundene Kräfteentfaltung: Tonus, Molebewegung, Wärmebildung, Electricitätsentwickelung etc. stattfindet. die gleiche Beobachtung wie bei stärkerer Arbeit der Muskeln machen in Beziehung auf die stärkere Arbeit aller anderen Körperorgane. Wird ch den Reiz der eingeführten Nahrungsstoffe die Gruppe der Verdauungsane zu gesteigerter Thätigkeit angeregt, so sehen wir Sauerstoffaufnahme d Stoffverbrauch analog wie bei gesteigerter Muskelarbeit nur noch viel betender ansteigen, *alle Nahrungsaufnahme vermehrt* daher *den* *sammtverbrauch des Organismus*. Aber wir sehen in dieser Behung die verschiedenen Nahrungsstoffe in wesentlich verschiedener Intensität n Stoffverbrauch des Organismus beeinflussen. Gehen wir von einer mittlen, für die Ernährung genügend reichlichen Nahrungsmischung aus, welche ihrer Zusammensetzung etwa den Getreidefrüchten entspricht oder noch ser etwas reicher an Eiweiss und Fett als diese ist, so sehen wir bei einer änderung dieser Mischung in dem Sinne, dass dabei die *Fette* oder *Kohledrate* in grösserer Menge genossen werden, die Sauerstoffaufnahme und n Gesammtstoffumsatz im Allgemeinen *herabgesetzt*, Fett wirkt hierin ker als die Kohlehydrate. Umgekehrt sehen wir bei einem reichlicheren Zu von *Eiweissstoffen* (auch Peptonen oder Leim) zur Nahrungsmischung Sauerstoffaufnahme im Allgemeinen und den Gesammtstoffumsatz unter Umden ganz enorm *ansteigen*. Es ist daraus klar, dass bei der Eiweissrung die Lebensthätigkeiten aller oder wenigstens sehr wichtiger Organppen bedeutend ansteigen, während auf der anderen Seite bei Fettnahrung d Nahrung mit Kohlehydraten entweder alle oder wenigstens sehr wichtige gangruppen in ihrer Lebensthätigkeit herabgesetzt werden, verglichen mit

dem mittleren Zustande, welcher bei einer normal gemischten Nahrung eingehalten wird. Diese auf den Gesammtstoffwechsel basirte Schlussfolgerung wird durch die Beobachtung bestätigt. Wir sehen bei den beiden charakterisirten Ernährungsarten in der Thätigkeit der Verdauungsorgane, namentlich der Leber, der Beeinflussung des Gesammtstoffverbrauchs entsprechende Verschiedenheiten. Etwa $^1/_3$ des gesammten Stoffumsatzes fällt bei der Muskelruhe auf die Thätigkeit der Verdauungsorgane, unter denen die Leber die hervorragendste Rolle spielt. (Ueber Harnstoffbildung in der Leber cf. unten bei Leber Cap. VIII.) Wir sehen nun bei Fleischnahrung die Thätigkeit der Leber, der Magen- und Darmdrüsen, des Pankreas sehr bedeutend gesteigert, während alle diese Organe bei Nahrung mit Kohlehydraten und namentlich bei Fettnahrung geringere Leistungen entfalten. In Folge der gesteigerten Zellenthätigkeit und der dadurch gesteigerten Absonderung der Verdauungsdrüsen wächst die Menge der im Körper circulirenden Flüssigkeiten, Blut und Lymphe, die Circulation selbst gewinnt an Intensität und zeigt ihren die Lebensenergie aller Körperorgane hebenden Einfluss durch einen reichlicheren Stoffverbrauch in allen Organen. So wächst innerhalb weiter Grenzen mit der Steigerung des Eiweissgehaltes in der Nahrung der Stoffumsatz, namentlich der Umsatz der für das Zellenleben wichtigsten Stoffe, der Eiweissstoffe, während durch Fettnahrung und in geringerem Grade durch Nahrung mit Kohlehydraten der Gesammtumsatz und namentlich der Eiweissumsatz sinkt.

Wir verstehen nun auch die Wirkung des vollkommenen Hungers. Die Verdauungsorgane bedürfen zur Anregung ihrer Thätigkeit des Reizes der aufgenommenen Nahrungsstoffe. Im Hunger, wenn keine Nahrung aufgenommen wird, sinkt die Thätigkeit der Verdauungsdrüsen mehr und mehr, endlich wird kein Speichel, kein Magensaft, keine Galle, kein Pankreas- und Darmsaft mehr abgesondert. Mit dem mehr oder weniger vollkommenen Ausfall der Thätigkeit der Verdauungsorgane wird schon an und für sich der Stoffverbrauch sehr bedeutend reducirt werden; aber indem von Aussen her kein Nachschub neuen Materials für das verbrauchte mehr erfolgt, verarmen endlich die Reservoirs von Nahrungsstoffen, die der Organismus namentlich im Blute und in der Lymphe besitzt, und indem die Blut- und Lymphmenge mehr und mehr absolut vermindert wird, sehen wir unter der Erscheinung objectiver und subjectiver Schwäche der muskulösen und nervösen Arbeitsorgane alle Organe, alle Zellen des Organismus in höherem oder geringerem Grade in ihrer Lebensenergie herabgesetzt, wofür uns der herabgesetzte Sauerstoff- und Gesammtstoffverbrauch ein Spiegelbild ist. Der Stoffverbrauch sinkt auf eine sehr geringe Grösse herab, auf der er sich, da die reducirten Organthätigkeiten, wie wir z. B. an den Herz- und Athembewegungen sehen können, zunächst constant bleiben, eine Zeit lang erhält. Man hat sich darüber gewundert, dass man den Organismus nicht dadurch von dem Hungertode retten kann, dass man ihm so viel Nahrung reicht, als zum Ersatz seines Verbrauchs in den späteren Hungerstadien ausreichen würde. Aber Nahrungsaufnahme steigert an sich die Lebensthätigkeit der Organe, zunächst der Verdauungsorgane, und die Zersetzungen steigen entsprechend über das Maass des Hungerverbrauchs an. Der Körper verbraucht immer noch von seinen Körperstoffen zur Erhaltung seines Lebens, bis die Menge und Qualität der Nahrung der bei der Nahrungsaufnahme gesteigerten Thätigkeit der Organe

quivalent ist, dann erst tritt Gleichgewicht zwischen Verbrauch und Einnahmen ein.

Die Lebensthätigkeiten der Zellen zeigen sich aber nicht allein in Stoffzersetzung, sondern auch in Stoffansatz, Wachsthum und Vermehrung. Ist Gleichgewicht zwischen Verbrauch durch Stoffzersetzungen und Einnahmen eingetreten, so kann nun unter Umständen auch Stoffansatz im Gesammtkörper, respective in seinen Organen, in seinen Zellen erfolgen. Es wäre aber unrichtig, wenn man glauben würde, dass durch jede Vermehrung der eben genügenden Nahrung ein Stoffansatz dieser Vermehrung entsprechend eintreten müsste. Durch die Steigerung der Nahrungsmenge wird, wie wir sahen, die Thätigkeit der Verdauungsorgane und in Folge davon der Stoffumsatz gesteigert, das ist besonders bei Eiweissnahrung der Fall. Dagegen sahen wir diese Steigerung bei Fett- und Kohlehydratnahrung viel geringer ausfallen, ja es tritt bei Ueberwiegen dieser Nahrungsstoffe eine relative Herabsetzung des Stoffverbrauchs ein. Das ist die Ursache, warum reichliche Mengen von Fett- und Kohlehydraten in der Nahrung den Stoffansatz begünstigen, bei letzteren ganz abgesehen davon, ob aus Kohlehydraten Fett im Organismus entsteht oder nicht. Die Eiweissmenge der Nahrung darf dabei aber aus naheliegenden Gründen auch nicht unter ein bestimmtes unteres Quantum herabsinken.

Aus der Darstellung ergibt sich von selbst, dass im Allgemeinen ein organreicherer Körper, ein Körper, der mehr Zellen besitzt als der andere, absolut mehr Stoffe verbrauchen wird als ein Organärmerer. Da aber die verschiedenen Organe in der Energie ihrer Lebensthätigkeit und damit im Stoffverbrauch wesentliche Unterschiede zeigen und die Organgewichte in ihrem Verhältniss bei verschiedenen Individuen schwanken, da auch unter scheinbar ähnlichen äusseren Umständen die Lebensenergie des Gesammtorganismus Schwankungen unterworfen ist, die ganz unabhängig sind von der Nahrung, so erleidet diese Regel sehr oft scheinbare Ausnahmen.

Die mechanische Ernährungstheorie.

Die Gesammtsumme lebendiger Kräfte, über welche der menschliche Organismus zum Zweck seiner mechanischen (physiologischen) Leistungen gebietet, wird ihm geliefert durch den chemischen Stoffwechsel, d. h. durch die aus den vorigen Kapiteln bekannten, mit dem Lebensvorgang aller animalen Wesen verbundenen chemischen Umgestaltungen der Stoffe, welche, aus der Nahrung stammend, die Organe und Flüssigkeiten des lebenden Körpers zusammensetzen.

Die Summe der lebendigen Kräfte, welche wir im menschlichen Organismus während einer Zeitperiode thätig sehen: Wärme, chemische Kraft, mechanische Bewegung, ist äquivalent der Spannkraftsumme einer gewissen, in letzter Instanz aus der Nahrung stammenden Menge organischer Bestandtheile seines Körpers, welche im Stoffwechsel, d. h. durch ihre »organische Oxydation« (s. S. 60) diese lebendigen Kräfte lieferten. Der Körper lebt = arbeitet auf Kosten der Spannkräfte aller ihm normal zur Verfügung stehenden Stoffe.

Wenn die Gesammtsumme der vom Menschenkörper producirten lebendigen Kräfte in einer Zeitperiode wächst, so entspricht dieser gesteigerten Kraftproduktion eine in äqui-

valentem Masse gesteigerte, die lebendigen Kräfte liefernd »organische Oxydation« der Körperbestandtheile.

Dieser erste Hauptsatz der Ernährungstheorie muss als ein a den grundlegenden Principien der Mechanik mit Nothwendigkeit sich ergebe des Axiom ausgesprochen werden. Es genügt aber für sich allein nicht, u uns durch die verschlungenen Resultate der Ernährungsversuche hindurchz leiten. Wir bedürfen zu seiner Beschränkung und Ergänzung noch ein zweiten Hauptsatzes, welchen wir so formuliren können:

Alle innerhalb der Grenzen ihrer normalen physiologi schen Lebensbedingungen und Leistungsfähigkeit (stärke arbeitenden = lebenden Organe nehmen, genügende Nahrung menge und normale Ernährungsbedingungen vorausgesetz an Masse zu; alle (relativ) ungebrauchten Organe nehmen a Masse ab.

Der erste Hauptsatz lehrt uns, dass die verschiedenen Körperstoffe u Nährstoffe sich in Beziehung auf die Gesammtkraftproduktion des Körpe gegenseitig ersetzen, für einander eintreten können in dem Verhältniss der ihnen enthaltenen, im Körper frei und verwendbar werdenden Spannkräft Wir erfahren durch ihn die Hauptquantität der für die Erhaltung d Lebensthätigkeit in einer bestimmten Zeit erforderlichen Nahrungsmenge.

Der zweite Hauptsatz zeigt uns zunächst, dass zu der von dem erste Hauptsatz geforderten Stoffmenge unter gewissen Umständen noch eine weit Quantität hinzukommen muss zum Aufbau der Körperorgane. Der zweite Hau satz ergänzt also den ersten in Beziehung auf die erforderlichen Nahrungsqu titäten; und er beschränkt ihn zugleich, indem er zeigt, dass die gegense Vertretung der einzelnen Nährstoffe nur innerhalb gewisser Grenzen eintr kann. Zum Wachsthum eines Organs ist eine ganz bestimmte Stoffmischung no wendig. Der Hauptsache nach besteht jedes Organ des animalen Körpers au Eiweissstoffen, Wasser und den Blutsalzen. Diese sind die eigentlich orga bildenden Stoffe; sie müssen, wenn die Ernährung eine vollständige sein sol in jeder Nahrungsmischung in genau bestimmtem Verhältniss vertreten sein.

Hat sich in den Leistungen des menschlichen Körpers ein Beharrungs zustand eingestellt, so ist innerhalb der Grenzen, in welchen sich die ver schiedenen Nährstoffe mit Rücksicht auf ihre mögliche Kraftproduktion i lebenden Organismus vertreten können, die Quantität seines Stoffverbrauc ein konstante. Seine Nahrung muss dann auch eine ganz bestimmte Quantit organbildender Stoffe — Eiweiss, Wasser, Blutsalze — enthalten. Da sein Organe bei ihrer Thätigkeit ebensoviel von diesen Stoffen verlieren, als si durch das in Folge ihrer Arbeitsleistung eintretende Wachsthum wiederge winnen.

Wird der Beharrungszustand gestört, arbeitet z. B. ein Organ oder ein Organgruppe mehr, während die Arbeit der übrigen gleich bleibt, so veränder sich nicht nur die für die erhöhte Gesammtkraftproduktion erforderliche Spann kraftsumme, wenn der Körper nicht an Masse abnehmen soll, also die Nahrungs menge, sondern auch qualitativ sehen wir Veränderungen in der erforderliche Nahrung eintreten, da die stärker arbeitenden Organe ein gesteigertes Wachs thum zeigen, welches höher ist als ihr bei der Arbeit erfolgender Verlust. Di

summe der in der Nahrung erforderlichen organbildenden Stoffe wird dadurch erhöht. Umgekehrt ist das Verhältniss, wenn ein Organ oder eine Organgruppe weniger arbeitet, als es vorhin im Beharrungszustand der Fall war.

Bei einem Arbeiter, welcher eine regelmässig gleich bleibende Summe von Arbeit leistet, tritt ein Beharrungszustand zwischen Leistung und Stoffverbrauch ein. Arbeitet er im Ganzen (cf. unten Thätigkeitswechsel der Organe) mehr, so verbraucht er nicht nur im Allgemeinen mehr Nahrung, sondern auch im Speciellen, z. B. mehr Eiweissstoffe, vornehmlich zur Bestreitung des gesteigerten Eiweissbedürfnisses seiner stärker wachsenden Muskulatur. Ganz analog ist der Grund, warum der kindliche Organismus zu dem lebhaften Allgemeinwachsthum seiner Organe relativ mehr Eiweissstoffe bedarf, als der erwachsene.[1]

Thätigkeitswechsel der Organe. — Unter den regulatorischen Einrichtungen für den Stoffverbrauch beansprucht die abwechselnde Steigerung und Verminderung in der Thätigkeit der Organgruppen eine hervorragende Stelle. Während der gesteigerten Thätigkeit der Bewegungsorgane des Körpers sinken die Leistungen der Verdauungsorgane relativ herab, umgekehrt sehen wir bei gesteigerter Drüsenthätigkeit die Organe der Bewegung in ihrer Leistungsfähigkeit und ihren Leistungen vermindert. Dieser Veränderung entspricht eine Veränderung in der Blutvertheilung des Organismus. In der obigen Betrachtung der Regulirung des Blutzuflusses zu dem stärker arbeitenden Organe berücksichtigen wir nur die allgemeine Beschleunigung der Circulation, aber die regulirenden Momente führen auch dem arbeitenden Organe absolut mehr Blut zu, das arbeitende Organ wird blutreicher. Das kann nur bei einer gleichzeitigen Veränderung der Blutvertheilung im Gesammtorganismus eintreten, d. h. während dem arbeitenden Organe mehr Blut zugeführt wird, verarmen die übrigen Organe relativ an Blut, ein Verhältniss, das durch die dabei im Allgemeinen eintretende Beschleunigung der Blutbewegung nicht vollkommen ausgeglichen wird. Wir beobachten daher bei gesteigerter Thätigkeit der Verdauungsorgane eine objective und subjective Muskelermüdung und Ermüdung der nervösen Centralorgane, wenigstens zum grossen Theil hervorgerufen durch mangelnde Energie des Diffusionsstroms zwischen diesen Organen und den sie nun in wesentlich verminderter Menge umspülenden Flüssigkeiten, wodurch eine Anhäufung von ermüdend wirkenden Zersetzungsprodukten in Muskel- und Nervensubstanz sich ergibt. Die Lebensenergie dieser Gewebe sinkt und damit ihr Stoffverbrauch. Ganz analog ist es im umgekehrten Fall, wir wissen, dass sehr gesteigerte Muskelthätigkeit die Verdauung behindert. Nach dem oben vorgetragenen allgemeinen Gesetz der Regulirung können wir die Steigerung oder Verminderung des Blutzuflusses zu den Organen als ein Maass für die Energie der Lebensthätigkeit in denselben betrachten, und die relative Blutmenge, welche ein Organ erhält, wird uns im Allgemeinen ein Maass für den in demselben eintretenden Stoffverbrauch (cf. Blutvertheilung bei Ruhe und Bewegung der Muskulatur). Die Resultate der Bestimmung der Blutvertheilung in den Hauptorgangruppen ergeben in diesem Sinne, dass der Stoffumsatz bei Säugethieren sich vertheilt zu $1/3$ auf die ruhenden Muskeln, $1/3$ auf die Leber und $1/3$ auf die übrigen Organe. Ein Resultat, welches durch directe Versuche über Kohlensäureausscheidung bei verstümmelten Thieren (Fröschen) Bestätigung fand (cf. unten Gewebsathmung).

Geschmack- und Geruchsinn dürfen unter den regulatorischen Einrichtungen für die Nahrungsaufnahme nicht zu niedrig angeschlagen werden. Hier haben wir das Mittel, um ganz speciellen Bedürfnissen des Organismus gerecht zu werden. Man hat sich hier z. B. an das Kochsalzbedürfniss, das bei Kranken ihrer Kochsalzverarmung wegen oft einen so hohen Grad erreicht, an das Bedürfniss nach Fleischsuppen bei Bevölkerungen, welche

[1] Das Nähere cf. in: Die Ernährung des Menschen. Von JOHANNES RANKE, München. R. Oldenburg 1876.

das Fleisch gekocht geniessen, zu erinnern. Die legende Henne frisst, ihrem gesteigert Kalkbedürfniss entsprechend, Mörtel- und Kalkstückchen.

Verbrennung im Blut. — Der alte Streit, wo die Oxydationen stattfinden, im O oder im Blute (cf. oben S. 205), lebte in der neuesten Zeit wieder auf. Pflüger hatte n gewiesen, dass das lebende Blut eine selbständige Athmung, analog der Gewebsathmung Es nimmt geringe Mengen von Sauerstoff auf, die es verbraucht, und gibt dafür Kohlensäure Alex. Schmidt hat im Laboratorium Ludwig's gefunden, dass bei erstickenden Thieren in das Blut übertreten, welche den Blutsauerstoff binden und verbrauchen. Unter diesen ständen findet also eine gesteigerte Verbrennung im Blute statt. Man hat auch künstlich Stoffzersetzung im Blute durch Injection leicht oxydirbarer Substanzen geste Scheremetjewski fand nach Injection von milchsaurem und capronsaurem Natron und Gly die Kohlensäureausscheidung gesteigert. Wirkungslos fand er in dieser Beziehung Zu doch sollen nach neueren Angaben Zuckerinjectionen die Sauerstoffmenge des Blutes ve dern. Normal aber bleibt dieser Vorgang in der Verbrennung im Blute in engen Grenzen verschwindet fast gegen die Oxydation in den Geweben. Die theoretischen Bedenken, w gegen eine Oxydation in den Geweben erhoben wurden, indem man die Kräfte zur Sauer diffusion aus dem Blute in die Gewebe nicht in genügendem Maasse zugegen glaubte, w von Pflüger widerlegt (cf. Sauerstoffathmung). Die Verbrennung findet in den Geweben den Zellen statt, die Zelle ist der eigentliche Sauerstoffkonsument im Organismus (Pflü Das Blut enthält in geringer Menge wahre Zellen, die weissen Blutkörperchen, und wird diesem Gehalt an Zellen entsprechend am Gesammtstoffwechsel betheiligen, ebenso die Ly Die rothen Blutkörperchen scheinen im Blute selbst nur in sehr geringem Maasse am Sto brauch Theil zu nehmen, anders scheint ihr Verhalten in den Blutdrüsen.

Es wurde in neuerer Zeit die Möglichkeit des Eintritts von Eiweissstoffen in die Ge aus dem Blute als eine nur sehr beschränkte dargestellt, so dass man, der alten Luxus sumption entsprechend, wieder an eine Verbrennung der Hauptmasse der Eiweissst Peptone im Blute dachte (Fick). Auch diese Anschauung widerstreitet den Beobacht welche normal in dem Blute nur eine minimale Verbrennung constatiren. D Annahmen scheinen vorzüglich daraus hervorzugehen, dass man sich die Bedingung Stoffaufnahme in die Zellen und aus den Kapillaren den Diffusions-Experimenten mit t oder anorganischen Scheidewänden entsprechend denkt. Abgesehen von dem Imbibit gesetz für lebende Gewebe (cf. S. 132), ist hier daran zu erinnern, dass die Kapillaren selbst als Protoplasmaschläuche anzusehen sind (cf. unten bei Blutgefässe), ebenso wie beträchtlich grosse Anzahl der Zellen des Organismus nur Protoplasmagebilde sind Membranen, z. B. die Leberzellen. Nun wissen wir, dass für die Aufnahme von Stoffen in Protoplasma die Diffusionsgesetze auch insofern modificirt werden, dass das Protopl nicht nur Lösungen, sondern auch aktiv Körnchen oder Fetttröpfchen und noch leichter Kolloidsubstanzen, wie z. B. Eiweiss, in sich aufnehmen können. Aber auch das darf n vergessen werden, dass die einzelne, besonders die jugendliche Zelle ebenso wie der sammtorganismus die Fähigkeit hat, Stoffe zu verdauen, d. h. zu lösen und chemisch so zuändern, dass sie leichter der Diffusion unterliegen können. Der unten angegebene N weis von Verdauungsfermenten, die Säureproduktion der Gewebe u. a., sind in dieser B tung zu deuten. (Ueber die Verwendung der Peptone cf. unten S. 219 und an den betref den Abschnitten.)

Circulirendes und Organeiweiss. — Bischoff und Voit, sowie Pettenkofer und lehren, dass die Oxydationen in der Zelle stattfinden und zwar während in der Säftemasse gelösten Stoffe die Zelle durchsetzen. Je bedeutender Säftestrom ist, desto höher steigert sich die Zersetzung, alle Momente, welche eine Steiger des Säftestromes bewirken, bewirken auch eine Steigerung des Stoffverbrauchs. Eiw steigert den Säftestrom am meisten, Fett und Kohlehydrate vermindern ihn, im Hunger i am unbedeutendsten; die Veränderungen des Säftestroms sind ganz in dem Sinn, in welc

die Nahrungsverhältnisse den Stoffumsatz beeinflussen. Es ist klar, dass wir ganz ebenso gut wie die Sauerstoffaufnahme auch die Grösse des Säftestroms als ein Maass für die Lebensthätigkeit des Gesammtorganismus und seiner Zellen, den eigentlichen Regulatoren des Stoffverbrauchs, betrachten dürfen, nur müssen wir nicht vergessen, dass die Steigerung oder Verminderung des Säftestroms zunächst nur ein Zeichen einer gesteigerten oder verminderten Thätigkeit namentlich der Verdauungsorgane ist, welcher erst secundär ganz analog wie eine Steigerung der Hemmung oder Beschleunigung der Blutcirculation etc. den Gesammtstoffumsatz beeinflusst.

Voit statuirt einen Unterschied in der Leichtigkeit, mit welcher geformtes und ungeformtes Eiweiss dem Stoffumsatz unterliege. Er unterscheidet zwischen dem in dem Zellenprotoplasma und seinen Derivaten geformten Eiweiss, dem Organeiweiss und dem in dem intermediären Säftestrom durch den gesammten Organismus von Zelle zu Zelle circulirenden, flüssig beweglichen Eiweiss, dem circulirenden Eiweiss, welches er früher auch als circulirenden Vorrath, oder Vorrathseiweiss bezeichnete. Die Zersetzungen des circulirenden Eiweisses treten nach Voit vorzüglich ein, wenn es mit der Säftemasse die Zellen oder Zellmembranen durchsetzt. Das aus der Nahrung in die Säftemasse aufgenommene Eiweiss circulirt mit dem schon von früher her darin enthaltenen, und ersetzt das Verlorengegangene. Sowie es einmal mit der übrigen Säftemasse gemischt ist, existirt keine Scheidung mehr zwischen den alten und neu aufgenommenen Bestandtheilen. Die neu aufgenommenen Moleküle können den nächsten Augenblick wenigstens zum Theil mit in die Zersetzung hineingerissen werden. Das im Säftestrom befindliche circulirende Eiweiss soll nun nach Voit einer sehr viel rascheren Zersetzung unterliegen als das Organeiweiss. Die geformten Protoplasmabildungen der Zellen (Organeiweiss) fallen zwar auch der Zersetzung anheim, aber es sind nach Voit bei ihnen die Stoffumänderungen unverhältnissmässig viel geringer als bei dem flüssig beweglichen Eiweiss, welches die Zellen durchströmt. Voit berechnet, dass von seinem **Organeiweiss** täglich etwa nur 1% zerstört wird, während von seinem **circulirenden Eiweiss** täglich etwa 70% verbraucht werden. Er stützt sich dabei vornehmlich auf den minimalen Stoffverbrauch im Hunger, wo fast nur Organeiweiss zur Zersetzung übrig sei, verglichen mit dem enorm gesteigerten Eiweissverbrauch bei reichlicher Fleischnahrung, welche Steigerung unter Umständen 1000% und noch mehr betragen kann. Nach unserer oben vorgetragenen Anschauung erklärt sich der gesteigerte Verbrauch aus der gesteigerten Thätigkeit und dem dabei gesteigerten Stoffverbrauch der Verdauungsorgane, wodurch eine grössere Menge Verdauungsflüssigkeiten (Speichel, Magensaft, Galle, Bauchspeichel, Darmsaft) abgesondert wird, welche den intermediären Säftestrom anschwellen lassen, der dann wieder secundär die oben geschilderte Einwirkung auf die Lebensthätigkeiten und damit den Stoffverbrauch aller Zellen und Organe des Körpers entfaltet.

Voit hat seine Lehre in ein System gebracht, welches sich für die Erklärung der Stoffwechselversuche vielfach Eingang verschafft hat. Voit lehrt (bis zum Schluss des §.):

Die Grösse des Stoffverbrauchs wird (in der Ruhe) geregelt, 1. durch die Masse der Körperorgane: das Organeiweiss, da mehr Zellen im Allgemeinen auch mehr zersetzen; 2. durch die Masse des gleichzeitig im Organismus enthaltenen circulirenden Eiweisses. Da aber das Organeiweiss sich in viel geringerer Quantität zersetzt als das circulirende Eiweiss, so bestimmt bei Ernährungsversuchen vorzüglich das letztere die Zersetzungsgrösse. Die Menge des circulirenden Eiweisses hängt von der Nahrung ab, reine Eiweissnahrung vermehrt dieselbe am bedeutendsten; bei hungernden Thieren ist die Menge des in den ersten Hungertagen noch im Körper vorhandenen circulirenden Eiweisses von der vorausgegangenen Nahrung abhängig. Je grösser dieser Zersetzungsvorrath in der circulirenden Säftemasse ist, welcher aber niemals einige Pfunde flüssig gedachten Fleisches übersteigt, desto bedeutender ist die Gesammtzersetzungsgrösse. So kann es kommen, dass ein verhältnissmässig organarmer Körper, der also wenig Organeiweiss besitzt, bei entsprechender Nahrung ebenso viel oder mehr zersetzt als ein anderer, der ihm in ersterer Beziehung

weit überlegen ist, aber weniger circulirendes Eiweiss in sich enthält, da er in der letzten Zeit weniger oder andere Nahrung erhalten hat.

Im Hungerzustande, in welchem schliesslich der Vorrath an circulirendem Eiweiss auf ein Minimum herabgesetzt wird, kommt nun dagegen die Organmasse zur überwiegenderen Geltung. Die Organe sind, was ihre festen Theile betrifft, Reservoirs, aus denen der Organismus Stoffe in seinen Zersetzungsvorrath herein nehmen kann. Je gefüllter diese Reservoirs sind, desto mehr kann an den Zersetzungsvorrath abgegeben werden, endlich erreicht, indem nur noch Organeiweiss zur Zersetzung bleibt, die Zersetzungsgrösse des Organismus eine untere Grenze, unter welche sie nicht weiter herabsinken kann, es bleibt dann die Menge der in gleicher Zeit ausgeschiedenen Zersetzungsprodukte längere Zeit konstant, zum Beweise dass eine kleine, aber genau bestimmte Zersetzungsgrösse für die Erhaltung des Lebens des Organismus unumgänglich nöthig ist.

Es gibt sonach ganz verschiedene Körperzustände, in welchen die Grösse der gleichzeitigen Zersetzung genau die gleiche sein kann. Man muss die Organismen je nach der Masse ihrer festen Organe: Organeiweiss und nach ihrem Zersetzungsvorrathe: circulirendem Eiweiss ins Auge fassen. Es existiren hierin die grössten Schwankungen; die mannigfaltigsten Combinationen von Organmasse und Vorrath können ein gleiches Resultat in Beziehung auf den Stoffverbrauch hervorbringen.

Wie unter Umständen — im Hunger — aus den Reservoirs der Organe Stoffe in den Verbrauchsvorrath abgegeben werden können, wobei der Organismus also an Organmasse abnimmt: abmagert, ebenso kann aus dem Vorrath an die Organe abgegeben werden, so dass der Körper organreicher: gemästet wird. Dies tritt nach den obigen Andeutungen dann ein, wenn durch Herabsetzung des intermediären Säftestroms sich ein Missverhältniss zwischen der Menge der genossenen Nahrungsmittel und der eintretenden Zersetzung zu Gunsten der ersteren einstellt.

Ist die Menge des circulirenden Eiweisses angewachsen, so ist man genöthigt, wenn der Körper nicht wieder abnehmen soll, ihm diejenige Menge Eiweiss, welche den jeweiligen Körperzustand erzeugt hat, beständig darzureichen.

Ernährungsversuche: I. Gruppe.

Die Ernährungsversuche, wie sie von Physiologen und Agriculturchemikern auf Liebig's Anregung vielfach angestellt wurden, gliedern sich theoretisch in zwei Gruppen: I. *Versuche mit wechselnder Quantität und Qualität der Nahrung bei gleich bleibenden sonstigen physiologischen Lebensbedingungen resp. mit Vernachlässigung des fort und fort stattfindenden Wechsels der letzteren*; II. *Versuche mit möglichst gleich bleibenden Ernährungsverhältnissen und experimentellem Wechsel der sonstigen physiologischen Lebensbedingungen*. Wir beginnen mit der I. Gruppe.

Eiweissnahrung.

In einem Körper, der in der vorausgehenden Ernährungsperiode viel Eiweissstoffe in der Nahrung erhalten hat, ist die Lebensthätigkeit und d… der Stoffverbrauch gesteigert. Auch die anderen Nahrungs- und Körperst… z. B. das Fett, unterliegen dann einer gesteigerten Zersetzung, so dass bei reichlicher Eiweissnahrung neben beschränkter Zufuhr von Fett und K…

hydraten vom Körperfett zerstört, der Körper fettärmer wird (Banting, cf. unten), während bei geringer Eiweissmenge in der Nahrung und reichlichem Zusatz von Fett oder Kohlehydraten durch den umgekehrten Einfluss auf die Lebensthätigkeit eine Verminderung der Zersetzungsgrösse (der Sauerstoffaufnahme) und damit ein Ansatz von Fett (und Fleisch) erfolgen kann (Mästung).

Es ist bis jetzt noch niemals gelungen, einen menschlichen Organismus auch nur mit annähernd reiner Eiweisskost — z. B. mit fettfreiem Fleische (= Eiweiss + Leim etc.) vollständig zu ernähren.

Die tägliche Kohlensäure-Ausscheidung des erwachsenen ruhenden Menschen beträgt nach meinen mit dem Pettenkofer'schen Respirationsapparate angestellten Versuchen circa 760 Gramm oder 207 Gramm Kohlenstoff. Diese Grösse ist während der Körperruhe nur sehr geringen Schwankungen unterworfen; im Hungerzustande während des ersten Hungertages sank die Grösse auf 663 Gramm CO_2 oder 181 Gramm C, bei übermässig reichlicher gemischter Kost belief sich die Steigerung auf 926 Gramm CO_2 oder 252 Gramm C. Nehmen wir 200 Gramm C als die wahrscheinliche Respirationsausscheidung in 24 Stunden an, so bedürfen wir allein zur Deckung dieses Verbrauches 1599 Gramm fettfreies Fleisch, das bei einem Wassergehalt von 75,9 % 12,52 % Kohlenstoff enthält. Da in 100 Gramm Fleisch 3,4 Gramm Stickstoff enthalten sind, so berechnet sich der Gehalt an diesem Elemente in den 1599 Gramm Fleisch auf 54,4 Gramm. Bei der Zersetzung des Fleisches verlässt fast diese ganze N-Menge den Organismus als Harnstoff. Um für diese N-Menge das erforderliche Gewicht an C zur Harnstoffbildung zu erhalten, bedarf es einer weiteren Zersetzung von 200 Gramm Fleisch, so dass die für einen Erwachsenen zur Erhaltung für einen einzigen Tag erforderliche Fleischmenge 1800 Gramm beträgt. Wenn wir bedenken, dass im günstigsten Falle nur etwa 90 % der aufgenommenen Fleischnahrung wirklich verdaut wird, so erhalten wir für den ruhenden Menschen als erforderliches Gewicht einer ausschliesslichen Fleischnahrung für 24 Stunden 2000 Gramm, ein Arbeiter würde noch ziemlich viel mehr bedürfen (cf. unten). Diese Zahlen sind geeignet, dem Arzte einen deutlichen Wink zu geben, was er von einer alleinigen Ernährung mit Fleisch zu halten hat. Es können dadurch dem Organismus seine durch Hunger erlittenen Verluste nicht vollständig ersetzt werden.

Es ist bemerkenswerth, dass, wie oben angegeben, der Ansatz von Muskel bei Fleischkost nicht so bedeutend ist, wie man wohl glaubte erwarten zu dürfen. Bei Fleischkost ist die Eiweisszersetzung eine enorme in 24 Stunden. Während ein gesunder Mann in einem Tage etwa 37 Gramm Harnstoff ausscheidet, der grösstentheils aus dem zersetzten Eiweiss herstammt, konnte ich die Harnstoffausscheidung durch Fleischgenuss bei voller Gesundheit bis auf 86 Gramm steigern (J. Ranke).

Man nahm früher an, dass die mechanischen Arbeitsleistungen des thierischen und menschlichen Organismus in der Eiweissoxydation ihre Quelle haben, man musste dann glauben, dass ein so massenhaft Albuminate zersetzender Organismus auch die grösste Kraft müsste entwickeln können. Es ist mit Rücksicht hierauf interessant, dass die heutigen englischen Faustkämpfer wie die Preiskämpfer im klassischen Alterthume sich durch fortgesetzten fast ausschliesslichen Fleischgenuss auf ihre enorme Kraftleistung vorbereiten. Uebrigens bringt ein bedeutend gesteigerter Fleischgenuss nicht sofort das Gefühl der Kräftigung hervor.

Das erste Gefühl ist, wie ich beobachtete, eine ganz auffallende Mattigkeit und Abgesch heit der Muskeln, verbunden mit nervöser Aufregung, welche sich bis zur Schlaflo steigern kann. Wir haben hierin die Wirkung der plötzlich in so grosser Menge aus de dauungsorganen in das Blut und von da in die Organe — Muskeln und Nerven — gel den Kalisalze und Extractivstoffe des Fleisches, von denen wir schon wissen, dass ihr kungen den eben geschilderten entsprechen. —

Die Ergebnisse der Ernährungsversuche mit möglichst reiner Fleischnahrung, welc Bischoff und Voit und Pettenkofer und Voit sowie von Voit allein u. a. am Fleisch (Hund) gewonnen wurden, wurden durch meine Versuche am Menschen au diesen grossentheils bestätigt. Nur ergibt sich der schon erwähnte Unterschied, dass nicht gelang, eine vollkommene Ernährung mit Fleisch zu erreichen. Wir treffe offenbar auf Unterschiede der Omnivoren von den Fleischfressern in Beziehung auf die E rung. Der von Bischoff und Voit zu ihren Untersuchungen benutzte nur halb so sc Hund vermochte ganz gut 2500 Gramm fettfreies Fleisch zu fressen, zu verdauen und setzen; der Mensch vermag dies nicht, wenigstens nicht das untersuchte Individuum. E hier gewiss die Einwirkung der Gewöhnung des Menschendarms an gemischte und weniger voluminöse Kost in Wirksamkeit. Bei dem Menschen machte ich zuerst die meine Beobachtung, dass bei übermässiger Fleischzufuhr von dem Eiweiss desselb Körper eine reichliche Menge zurückgehalten werden kann, während gleichzeitig no vom Körper hergegeben wird. Diese Möglichkeit war bis dahin für andere Versuchso noch nicht festgestellt worden. Die Erklärung liegt vielleicht in dem relativen Fettreic des menschlichen Körpers. Voit gibt neuerdings auch für den Hund an, dass die Fl nahrung den Körper nur dann auf seinem Bestande zu erhalten vermag, wenn derselbe kräftig, d. h. fettarm ist, so dass die alte Lehre, dass der Organismus allein mit Album zu ernähren sei, auch für den Fleischfresser in ihrer Allgemeinheit hinfällig erschein Versuchsbeispiel stehe hier folgender von mir an der eigenen Person angestellte 24 stü Versuch:

Anfangsgewicht (rein = ohne Koth im Darm) 72,927 Kilogramm
Endgewicht - - - - - 72,781 -
Differenz = Abnahme trotz der grösstmöglichen Fleischaufnahme: 146 Gram

Einnahmen:		N	C	Ausgabe:	N
1832 Gramm Fleisch	Nahrung	62,29	229,36	86,3 Gramm Harnstoff . . .	40,28
70 - Fett	Nahrung	0	50,27	1,95 - Harnsäure . .	0,65
3371cc Wasser.				99,00 - Koth	3,26
31 Gramm Kochsalz.				In der Respiration	0
				2073cc Harn.	
				26,6 Gramm Kochsalz.	

Die Differenz in den Einnahmen und den Ausgaben = + 18,1 Gr. N. entspricht 523 rohen Fleisches, die in irgend einer Form im Körper zurückgehalten, angesetzt wurden die Ausgaben zu decken, mussten mit Rücksicht auf diesen Ansatz noch 25,14 Gram zersetzt werden, die vom Körper geliefert wurden. Es ergibt sich dann immer noc Körperabnahme von 71 Gramm durch Wasserverlust. In zwei anderen Versuchen betr Gewichtsverlust des Körpers namentlich durch Wasserabgabe bei ü mässiger Fleischnahrung sogar: 1179 und 1089 Gramm!

An die Ernährung mit Fleisch schliesst sich die mit **Hülsenfrüchten** an. Worosi konnte an sich selbst eine vollkommene Ernährung mit Erbsen erreichen, wenn e selben noch die erforderliche Quantität von Kohlehydraten in Form von Brod oder Zuck Kochsalz zusetzte. (Ueber Linsenmehl cf. unten bei Krankenkost.)

Es soll hier noch darauf hingewiesen werden, dass nach den überein menden experimentellen Erfahrungen von R. Maly, Plósz, A. Gyorgyai

Danilewicz u. A. die **Peptone** bei der Ernährung vollkommen die Rolle als Gewebsbildner für die Eiweissstoffe übernehmen, d. h. im Organismus in Eiweissstoffe rückverwandelt werden können. Die Gewebe verbrauchen nach direkten Versuchen die durchgeleiteten Peptone. In die Venen eingespritzte Peptone erscheinen theilweise im Harn.

Nuclein wird vom Magensaft so gut wie nicht angegriffen und erscheint in den Faeces wieder, wo es an seinem Phosphorgehalt zu erkennen ist. (A. Bókay).

Lecithin wird langsam vom Magensaft, rasch von dem fettspaltenden Pancreasferment angegriffen, es zerfällt in Glycerinphosphorsäure, Cholin und fette Säuren und wird im Darmkanal resorbirt. (A. Bókay).

Hungerzustand.

Der Hungerzustand ist von dem Zustande der Ernährung nicht principiell verschieden. Die Lymphgefässe saugen fortwährend die in den Organen vorhandenen flüssigen Nährstoffe ein und führen sie dem Blute zu. Bei der Ernährung wird ein Organ — der Darm — künstlich von aussen her mit Nährstoffen überladen, so dass er plötzlich eine so grosse Säftemasse dem Blute übergeben kann, dass man die fort und fort in analoger Weise stattfindende Ernährung des Blutes aus den anderen Organen darüber zu übersehen geneigt ist. Je nach dem wechselnden quantitativen Verhältniss der Körperorgane (Drüsenapparate und Bewegungsapparate) zu einander, welche in verschiedener Intensität (am stärksten die Drüsen) sich an dem Stoffumsatz betheiligen, je nach der eiweissreicheren oder fettreicheren Zusammensetzung der Organe, aus denen die Säftemasse ihre Speisung zieht, je nach der von einer früheren Ernährungsperiode abhängigen Lebensenergie namentlich der Verdauungsorgane (nach Voit je nach der Menge des noch restirenden circulirenden Eiweisses) muss selbstverständlich der Hungerzustand bei verschiedenen Individuen ebenso verschieden sein, wie verschiedene Ernährung. Ein hungernder Organismus, der kein Fett besässe, müsste seine täglichen Körperverluste wesentlich aus seinem Körpereiweiss und der leimgebenden Substanz bestreiten, er bedürfte dazu einer sehr grossen Menge von Stoff, ähnlich, als wollte er sich sonst durch alleinige Fleischnahrung erhalten. Je fettreicher er ist, je mehr Fett demnach dem Säftevorrath aus den Organen neben Eiweiss übergeben werden kann, desto geringer wird sein Eiweissverbrauch sein, da nun ein Theil seiner Leistungen auf Kosten des Fettes bestritten wird. Ein fettreicher Organismus verbraucht im Hunger also zuerst ein Plus von Fett, so dass sich endlich das Eiweiss-Fettverhältniss seiner Organe zu Gunsten des Eiweisses modificiren muss; schliesslich wird ein Zustand eintreten, in welchem das Eiweiss ein gewisses Uebergewicht über das Fett erhält, so dass bei lange hungernden Organismen der Eiweissverbrauch gegen den Fettverbrauch wieder etwas zunimmt, während vorher eine Reihe von Tagen hindurch der tägliche Verbrauch, also auch die täglichen Ausscheidungen durch Respiration und Nieren sich gleichmässig erhielten.

Man sieht aus dem bisher Gesagten, wie wenig wir auch für den Hungerzustand eine für alle Organismen allgemein geltende Verbrauchsregel aufstellen können. Ebenso wie bei verschiedener Nahrungszufuhr von aussen her die Umsatzverhältnisse ganz verschieden sich gestalten, ebenso müssen sie es thun,

wenn die Lebensenergie der Organe und die »innere Nahrungszufuhr Organen« eine verschiedene ist. Da kein Organismus mit einem anderer ziehung auf seine Lebensthätigkeiten und Körperstoffverhältnisse ganz ic ist, so ist auch der Zustand des Hungers bei jedem ein verschiedener un für jeden quantitativ verschiedene Folgen haben.

Der Verlust an Organstoffen, welchen der Hungernde in 24 Stun leidet, ist im Allgemeinen ein nur sehr geringer. Sehen wir von der Sa Wasserabgabe ab, welche natürlich fort und fort stattfindet, so betr Körperverlust kaum ein ganzes Procent. Beobachtungen am Menschen hier vor Allem interessiren, ergaben mir, dass auf 1 Kilogramm des r lichen Körpers am zweiten Hungertage im Mittel ein Verlust von 0,13 Stickstoff und 2,59 Gramm Kohlenstoff trifft. Diese geringen Stoffv welche täglich verloren gehen, machen es verständlich, dass der thieris menschliche Organismus, besonders wenn die Wasser- und damit auch der im Trinkwasser enthaltenen anorganischen Stoffe, die Salzaufnahm gehindert ist, den Hunger so lange erträgt, so dass der Tod durch Ma Nahrungszufuhr allein meist erst zu Ende der dritten Woche eintritt.

Der allgemeinen Selbstverzehrung entsprechend findet sich die Orga der Verhungerten vermindert. Die Fettablagerungen sind geschw auch die Muskeln sind sehr reducirt, während das Nervengewebe und c öfters wenig Verluste zeigen. Die Blutmenge ist der allgemeinen Kö nahme entsprechend vermindert. Der Tod tritt ein, nachdem das Körper etwa auf die Hälfte herabgesunken ist. Der Magen enthält bei verhu Thieren eine geringe Menge sauren Inhalts, auch Galle wird, wie F. behauptet, noch fortwährend, jedenfalls aber in sehr verminderter Menge und in den Darm ergossen. Für den Menschen wurden von mir in ei zahl von 48stündigen Hungerversuchen die für den Fleischfresser gewo Resultate bestätigt.

Nach den Bestimmungen Voit's, die mit älteren übereinstimmen, war der Ver die Organe einer verhungerten Katze erlitten hatten, folgender: 100 Gramm Orga an Gewicht:

Knochen	frisch 13,9%	trocken — %
Muskeln	- 30,5 -	- 30,2 -
Leber	- 53,7 -	- 56,6 -
Nieren	- 25,9 -	- 21,3 -
Milz	- 66,7 -	- 63,1 -
Herz	- 2,6 -	- — -
Gehirn und Rückenmark	- 9,2 -	- 0 -
Fettgewebe	- 97,0 -	- — -
Blut	- 27,0 -	- 17 -

Die Organe werden durch den Hunger wasserreicher Bei einer verhunger war nach Voit der Wassergehalt der Muskeln bis auf 76,5% gestiegen, während er wohlgenährten Katze 74,6% betrug. Bei Fröschen sinkt nach meinen Beobacht Menge fester Stoffe in den Muskeln während des Winters, wenn die Thiere keine aufnehmen, von 21% auf 17%, während der Wassergehalt entsprechend steigt. nimmt bei Hunger proportional dem Körpergewichte und Muskelgewichte ab (Pa: winterschlafenden Murmelthieren hat C. Aeby eine Abnahme des Was im Blut und Muskel constatirt, hier überwiegt also die Wasserabgabe durch die dungen die Stoffzersetzung der Organe.

Der Hund, welchen F. A. FALK verhungern liess, starb, als er 48 % an Gewicht verloren ta. In den ersten Tagen des Hungers sank die Harnstoffmenge beträchtlich, in der Folge sie sich wieder, sodass durch mehrere Tage mehr Harnstoff ausgeschieden wurde, als am ingertage. Aus weiteren Versuchen ergibt sich, dass das nur für junge Hunde gilt, bei n sinkt die Harnstoffausscheidung continuirlich. Bei jungen Hunden sinkt erst in den dem gertode vorausgehenden Tagen mit der Körpertemperatur auch die Harnstoffmenge weiter Diese Erfahrungen lassen sich dadurch deuten, dass in den ersten Hungertagen vorwie-l Fett, wenn dieses verbraucht ist, eiweisshaltige Körpersubstanzen verzehrt werden. Resultat, welches im Allgemeinen mit den Beobachtungen von VOIT und SCHMIDT überein-nt. Der tägliche absolute Verlust an Körpergewicht ist natürlich abhängig von dem ergewicht des Thieres, relativ ist er um so höher, je jünger das Thier. le von 18 Stunden Alter (bei dem Anfang der Hungerperiode) nehmen täglich an Gewicht 57 %, solche von 11¾—15¾ Tagen 4,83 %, von 1 Jahr 2,78 %, von 8 Jahren 1,77 %, nehr als drei Jahren 1,099 %. Dem entsprechend hielt der älteste Hund den Hungerzu-am längsten aus: 61 Tage. Ganz junge Thiere sterben, wenn der Verlust etwa 25 % zt, bei den anderen findet sich ziemlich constant die oben angegebene Verlustgrenze von

Jüngere Thiere halten den Hunger also viel weniger lange aus als ältere. Analog wie nterschiede der Abnahme des Körpergewichts sind auch die in der Quantität der Aus-lungen vom Alter abhängig. Die Harnstoffausscheidung betrug z. B. bei einem Hunde von · im Durchschnitt 1,466 Grm. auf 1 Kilo Körpergewicht, bei dem ältesten nur 0,482 Grm. ide, Schwefelsäure, Phosphorsäure enthielt der Harn bis zum Tode. Die Phosphorsäure-beidung ist grösser als sie dem Verlust an »Fleisch« vom Körper entsprechen würde, so-daraus hervorgeht, dass auch die Knochen etc. mit an dem Verlust sich betheiligen.

Langdauernde Ernährungsstörungen machen sich beim Menschen in der-n Richtung geltend. Bei einem alten an Marasmus verstorbenen Manne z. B. fand ich die n Bestandtheile seiner Organe bedeutend vermindert und durch vermehrtes Wasser er-

Zur Vergleichung stelle ich meine Beobachtungen mit denen von E. BISCHOFF zusam-die er an einem gesunden Hingerichteten in mittleren Jahren gewann. 100 Gramm tes Organ enthalten feste Bestandtheile.

	(nach BISCHOFF)		(nach RANKE)	
Muskeln	I. jüngerer Mann	24,8 %	II. alter Mann	15,2 %
Gesammthirn . .	- -	25,0 -	- -	19,5 -
weisse Gehirnmasse	- -	— -	- -	27,0 -
graue	- -	— -	- -	12,8 -
Rückenmark . . .	- -	30,8 -	- -	27,1 -
Blut (normal) . .	- -	21,0 -	- -	11,0 -

Nach den Beobachtungen an Thieren leidet das Gehirn am wenigsten von der fortge-n Ernährungsstörung. Auch beim Menschen kann sich das Gehirn am längsten frei er-n von den Störungen, die der Gesammtorganismus erleidet. Wir sehen bei ausgedehnten rungsstörungen (Krankheiten) nicht selten die geistigen Thätigkeiten noch in voller he, während die übrigen körperlichen Functionen, z. B. Muskelleistung, ganz darnieder-n. Störungen des Gesammtorganismus zeigen sich meist erst in den weiter gehenden n auf die chemische Zusammensetzung dieser Organe von erkennbarem Einfluss. So n wir, wie die vorstehende Tabelle ergibt, bei anhaltender Ernährungsstörung die hme an festen Stoffen im Muskel und in den übrigen Organen Hand in Hand gehen mit wenigstens ebenso starken Abnahme an festen Stoffen im Gehirn und Rückenmark.

Die Frage, warum der Tod bei dem Verhungern eintritt, weit früher als rganstoffe verzehrt sind, ist noch nicht vollkommen gelöst. Es scheint, dass die grosse erzunahme, welche die Organe erkennen lassen, die nöthigen Oxydationen nicht mehr dem Maasse eintreten lässt, wie dieses auch bei der Ermüdung der Muskeln stattfindet. höherer Wassergehalt ermüdet Nerven und die Muskulatur; der Schwächezustand der ernden ist wenigstens theilweise auf dieses Verhältniss zu beziehen. Eine solche fortge-

setzte Ermüdung oder Halblähmung der gesammten Muskulatur wird selbstverständlich Organfunctionen wesentlich beeinträchtigen, besonders die Herz- und Athembewegungei dass die grosse Reihe von Störungen, die sich hieraus secundär ergeben muss, vielleicht s allein als Todesursache gelten kann.

Auch im Hungerzustande rufen alle Momente, welche die Lebensthätigkeit wichtige gangruppen erhöhen, einen grösseren Stoffumsatz hervor, wie z. B. Genuss von Salzen, r liches Wassertrinken, Muskelarbeit, entzündliche Processe etc.

Aus meinen Hungerversuchen, an mir selbst angestellt, wähle ich (als Versuchsbeispiel für den Menschen aus, in welchem auch kein Wasser aufgenon wurde.

Hungerversuch.

Beginn des zweiten Hungertags Mittags, 24 Stunden nach der letzten Nahrung nahme. Das körperliche Befinden vollkommen normal, kein Schwächegefühl; die Zim temperatur betrug im Mittel 19,5° C. Während der Nacht der Schlaf unruhig. Am M stellte sich Schwere im Kopf, Magendrücken und ziemliches Schwächegefühl ein. Hungergefühl zeigte sich nur bei der gewöhnlichen Zeit der ausfallenden ersten und zw Nahrungsaufnahme, am Ende des Versuchs ist es kaum bemerkbar.

Körpergewicht vor dem Versuch (rein) 69643 Gramm
- nach - - - 68513 - (Abnahme 1130).

Aus den Ausgaben in Harn und Respiration wurden die Stoffverluste des Körpers nahmen) berechnet für 24 Stunden des zweiten Hungertags:

Ausgaben: (bestimmt)	N	C	Einnahmen: (berechnet)	N	
17,025 Harnstoff . . .	7,9455	3,5654	50,7 Gramm Albumin . .	8,024	2'
0,236 Harnsäure . .	0,0786	0,0843	198,1 - Fett . . .	0	15
In der Respiration . .	0	180,8500	Summe	8,024	18
Summe	8,024	184,5			

Der berechnete Gesammtverlust an Albumin und Fett beträgt 248,8 Gramm; dazu l men noch 7,7 Gramm Extraktivstoffe und Salze, die im Harn ausgeschieden wurden Verlust an festen Stoffen beträgt sonach 256,5 Gramm, es treffen also von dem Gesa körpergewichtsverlust von 1130 Gramm auf Wasserverlust: 873,5 Gramm.

Ueber die allgemeinen Folgen des Hungers vergleiche man bei »Nahru bedürfniss«. Man hat bei Menschen noch nach langem Hunger Bestimmungen des l stoffs, der in 24 Stunden ausgeschieden wurde, gemacht. Ich sah seine Ausscheidun Kranken, die wenig oder gar keine Nahrung aufnahmen, auf 8—9 Gramm pro die si Es geht die Eiweisszersetzung bis zum Hungertode fort (Lassaigne, Scherer, C. Sc Bischoff u. A.). Seegen's neue Bestimmungen stehen bei »Harnstoff«.

Fettnahrung.

Reichliche Fettmengen in der Nahrung, oder im Hunger Fettreichthun Organe, setzen den Eiweissverbrauch im Allgemeinen herab. Gleichzeitig günstigt das Fett den Ansatz des Eiweisses. Der Eiweissverbrauch des (nismus kann aber niemals durch Fett gänzlich vermieden werden. D Eiweissverlust muss auch bei Fettkost, welche den Oxydationsbedürfnisse Organismus sonst ganz genügen würde, wieder ersetzt werden, wenn langsam eine Eiweissverarmung des Körpers eintreten soll.

Bei vollkommenem Hunger verliert nach meinen Beobachtungen ein fettarmer Mensch in 24 Stunden kaum mehr als 50 Gramm Eiweiss. Dad

…s als Nahrung Fett gereicht wird, sinkt unter Umständen dieser Verlust …h etwas herab.

Die Ernährung nur mit Eiweiss ist der gewöhnlichen Annahme nach von der Ernährung …Eiweiss und Fett principiell nicht verschieden. Mit dem Eiweiss führen wir nach der …ung der Autoren implicite Fett ein, da sich, wie sie annehmen, Eiweiss im Organismus … einen oder mehrere stickstoffhaltige Substanzen und in Fett (und Zucker oder andere …hydrate, z. B. Glycogen) spaltet. Nach den Angaben von Pettenkofer und Voit kann …weiss bei seinem Umsatz im Organismus 51—55% Fett liefern. Dieses aus Eiweiss abge…ene und das in der Nahrung aufgenommene Fett verhalte sich dann für die Ernährung …ich, es könne sich unter Umständen aus Eiweiss abgespaltenes Fett im Körper ablagern: … Mästung mit Eiweiss und Kohlehydraten beruht nach Voit allein auf diesem Fettansatz … dem Eiweiss, da die Kohlehydrate im animalen Organismus, wie er annimmt, nicht wie der Pflanze in Fett umgewandelt werden können.

Pettenkofer und Voit geben an:

Je mehr Fett in der Nahrung genossen wird, neben einer nicht zu grossen Eiweissmenge, …to mehr Fett wird verbraucht. Ein fetter Körper zersetzt unter sonst gleichen Umständen …hr von dem zugeführten Fett als ein magerer. Ein fettarmer Körper lagert leichter Fett in … Organen ab, als ein fettreicher (beim Menschen noch nicht bestätigt). Je mehr Fett sich … Eiweisszersetzung bildet, desto weniger Fett der Nahrung wird verbraucht. Die Masse … im Korper befindlichen Eiweisses ist von Einfluss auf die Fettzersetzung, da mehr Zellen … grösserer Organismus) im Allgemeinen auch mehr zerstören. Auch das Verhältniss des …eiweisses zu dem circulirenden Eiweiss bestimmt den Fettansatz. Je grösser der inter…diäre Säftestrom ist, desto mehr wird auch Fett zersetzt.

Voit erklärt die Wirkung des Fettes, Eiweiss der Nahrung zu ersparen, jetzt nicht mehr … früher (Bischoff und Voit) dadurch, dass die stickstofffreien Stoffe als »leichter oxydirbar« … Sauerstoff für sich in Beschlag nehmen und dem Eiweiss entziehen; er behauptet nun, … die genannten Substanzen im Körper selbst schwerer als das (circulirende) Eiweiss ver…nen. Er erklärt jetzt jenen Erfolg bedingt durch den Uebergang eines Theils des rasch … zersetzenden »Vorrathseiweisses« in »Organeiweiss«. Während mit Eiweiss allein wegen …gung von »Vorrathseiweiss« der Verlust von Organeiweiss und Fett nur schwer aufgeho… werden kann, wird bei der Zumischung einer bestimmten Menge der stickstofffreien Sub…zen (z. B. Fett) das aus der Nahrung ins Blut gelangte Eiweiss zum guten Theil zu Organ…weiss, und es genügt daher eine viel geringere Menge davon, etwa doppelt so viel wie bei …ger (für den Hund), das abgegebene Organeiweiss zu ersetzen. Nicht die absolute Menge …kstoffloser Substanz bedingt den Uebergang ins Organ oder den »Vorrath«, sondern die Re…tion zum Eiweiss; auch bei der grössten gleichzeitigen Fettzufuhr kann das Eiweiss zum …rrath sich mengen, sobald es in verhältnissmässig bedeutender Quantität gereicht wird. In …em fetten Körper bildet daher eine gewisse Gabe von Eiweiss fast nur Oganeiweiss, wäh…nd in einem fettarmen vor Allem der »Vorrath« vermehrt wird und zuletzt auch die grösste …nge Eiweiss nicht mehr zur Deckung des Organeiweissverlustes hinreicht. Der Arzt, welcher …en namentlich an Fett heruntergekommenen Reconvalescenten wieder in die Höhe zu brin… hat, muss der richtigen Beimischung von Fett und Kohlehydraten zum Eiweiss das höchste …merk schenken; eine einseitige (alleinige) Vermehrung des »Eiweissvorrathes« könnte … von der Krankheit Erstandenen dem Hungertode weihen, wie Voit sich drastisch aus…ckt. —

Die Erklärung der Fettwirkung aus der Verminderung der Lebensenergie des ungenügend … unzweckmässig ernährten Organismus ist oben angedeutet. Ein fettreicher, gemästeter …ismus hat sehr viel weniger Blut als ein fettärmerer, muskelreicher (J. Ranke). Mit der …hmenden Blutmenge nimmt der intermediäre Kreislauf, die allgemeine Lebensthätigkeit … Eine einseitige Fettaufnahme in der Nahrung wirkt in gleichem Sinne. Wir sehen durch …itige Fettnahrung den Säftestrom durch die Verdauungsdrüsen, namentlich die Leber

(die Gallebildung), sinken, ebenso den Säftestrom (Milchabgabe) in der Milchdrüse, d Lebensthätigkeit der Drüsen, des Blutes, der Muskeln (Herz) wird herabgesetzt. (Ueb Nuclein und Lecithin cf. Eiweissnahrung.)

Ernährung mit Zucker, Stärke und Leim.

Fast alles, was von der Wirkung des Fettes in der Nahrung neben Eiweiss gesagt wurde, lässt sich auch auf den Zucker anwenden. Auch er kann Eiweiss ersparen in dem auseinander gesetzten Sinne. Der Zucker ist insofern noch von weiterer Bedeutung, als er auch das Fett des Körpers zu ersparen vermag. Er ist daher, wenn ein Fettansatz gewünscht wird, ein zweckmässiger Zusatz zur Nahrung. Doch bedarf es dazu, dass der Zucker den Umsatz so weit herabdrücken soll, dass der Ersatz durch die Nahrung ausgeglichen und kein Fett vom Körper mehr verbraucht wird, grösserer Mengen als vom Fett. Zwei Theile Stärke oder Zucker leisten nach Pettenkofer und Voit im Körper des Fleischfressers das Gleiche wie ein Theil Fett (genau das Verhältniss wie 100 : 170), was mit Liebig's älteren Angaben ziemlich übereinstimmt. Indem Letzterer nach dem Sauerstoffverbrauch zur Verbrennung einer gleichen Substanzmenge die verschiedenen Stoffe klassificirt, kommt er zu folgenden Relationen: es entsprechen sich für die Wärmearbeit des Organismus 100 Fett, 240 Stärkemehl, 249 Rohrzucker, 263 Trauben- und Milchzucker, 770 frisches fettloses Muskelfleisch.

Diese Zahlen sind aber experimentell für die Ernährungslehre zu modificiren, da die Bedingungen des Zerfalls für die genannten Stoffe im Organismus ziemlich verschiedene zu sein scheinen von denen ausserhalb desselben.

Das Stärkemehl hat in der Nahrung ziemlich die gleiche Bedeutung wie der Zucker. Wir werden erfahren, dass es durch die Verdauungsorgane in Zucker verwandelt wird und also im Organismus nicht als Stärkemehl, sondern als Zucker zur Wirksamkeit kommt.

Auch Pflanzenschleim und arabisches Gummi werden vom Organismus reichlich (54—79 %) resorbirt und verwerthet (Voit).

Leim und alle leimgebenden Gewebe werden verdaut und für die Ernährung verwerthet; von letzteren am besten Bindehäute und Sehnen, dann Knorpel, am wenigsten Knochen (Etzinger, Voit u. A.).

Voit lehrt über den Leim: er sei im Stande, »statt des circulirenden Eiweisses sich zersetzen und dadurch dieses zu ersparen und auch den Untergang von Organeiweiss zu beschränken. Er vermag jedoch kein Organeiweiss zu bilden und ist daher ohne Eiweiss zur Ernährung untauglich«. Man hat in der Ansicht über die Verwendbarkeit des Leimes zur Ernährung vielfach geschwankt. Grössere Mengen von Leim stören die Verdauung und ohne Eiweisszusatz zur Nahrung gehen die damit gefütterten Thiere an »Eiweisshunger« zu Grunde. In mässigen Quantitäten genossen ist er besonders seiner Billigkeit wegen ein nicht zu unterschätzendes Nahrungsmittel. Eine Zumischung von Leim aber zum käuflichen Fleischextrakt lässt diesen leichter faulen, und indem der sehr billig zu liefernde Leim das Gewicht der theuren Nährsalze nur scheinbar vermehrt, verringert er entsprechend den wahren Werth des Extrakts (über Bouillontafeln cf. oben). In dem Blut bei Leimfütterung gestorbener Thiere findet sich Leim (Hofmann), Cl. Bernard sah bei Leiminjection in das Blut Leim im Harn auftreten.

Alle anderen oxydirbaren, in der Nahrung und in der circulirenden Säftemasse vo

...menden organischen Stoffe haben einen analogen Werth wie die letztgenannten. Sie ...nen mit zur Ersparung anderer Materien im Stoffwechsel, doch ist ihre Wirkung, ihres ver-...hältnissmässig grossen Sauerstoffgehaltes wegen, geringer.

Hierher sind die Extraktivstoffe des Fleisches zu rechnen, welche theilweise ...n Organismus noch weiter oxydirt werden. Das elastische Gewebe des Fleisches kann für ...en Menschen seiner Unlöslichkeit in den Verdauungssäften wegen wohl nicht zur Ernährung ...enen, Hunde scheinen es theilweise zu verdauen (Voit).

Den Extraktivstoffen des Fleisches analog verwerthet der Organismus für seine Ernäh-...ungszwecke zum Theil die nicht giftigen stickstoffhaltigen Pflanzenbasen und die organi-...chen, sauerstoffreichen Säuren in Verbindung mit Alkalien.

Dass Pflanzenfaser (Cellulose) von den Wiederkäuern in ziemlicher Menge ver-...nt werde, wurde oben S. 183 angeführt.

Zur Aufnahme der stickstofffreien Substanzen in den Organismus und ...ihrer Ausnutzung, überhaupt zur Ausnutzung der Nahrung ist eine ge-...isse Menge einer an Eiweiss reichen Substanz in der Nahrung erforderlich. Die ...treffenden Beobachtungen wurden bei der Fütterung der Hausthiere zu landwirthschaftlichen ...recken (Mästung) gemacht. Wenn Haubner Hämmeln 14 Tage nur Kartoffeln gab, so kamen ...s ausserordentlich herunter, weil ein ansehnlicher Theil der Kartoffeln unverdaut wieder ab-...ng; sobald er aber etwas eiweissreiches Futter, z. B. Erbsen zusetzte, kam auch das Stärke-...ehl der Kartoffeln grossentheils zur Ausnutzung. Auch Boussingault beobachtete, dass seine ...hweine bei Fütterung mit Kartoffeln, in denen die beiden Klassen der Nährstoffe sich ver-...lten wie 1 : 8,7, an Gewicht abnahmen, bei einem Zusatz von Roggen, Erbsen, Molken etc., ...durch das Verhältniss der Albuminate zu den stickstofffreien Futterstoffen wie 1 : 5,5 ...urde, sich mästeten. J. Lehmann machte die gleiche Beobachtung wie Boussingault; er ...nd weiter, dass seine Schweine bei einem Verhältniss wie 1 : 3 an Gewicht wieder abnah-...en (cf. Verdaulichkeit).

Als Beispiel der Ernährung eines Menschen mit stickstofffreier Kost ...tehe hier ein an mir selbst angestellter Versuch von 24stündiger Dauer:

Einnahmen:	N	C	Ausgaben:	N	C
...0 Gramm Fett	0	101,91	17,1 Gramm Harnstoff	7,98	3,42
...0 - Stärke	0	114,50	0,54 - Harnsäure	0,18	0,19
...0 - Zucker	0	38,27	95 - Koth	—	18,79
Summe	0	254,68	In der Respiration	0	200,5
			Summe	8,16	222,9

Es wurde Wasser getrunken . 1821cc
Harn entleert 578cc
Das Anfangskörpergewicht (rein) 72425 Gramm
- Endkörpergewicht - 72722 -

Es hatte also eine Zunahme um 297 Gramm stattgefunden. Diese Zunahme besteht ...eils in Fettansatz, theils in Wasseransatz, der Körper wird auch nach den Beobach-...ungen Anderer bei stickstofffreier Kost wasserreicher. Der ausgeschiedene Kohlenstoff stammt ...eils von dem zersetzten Körpereiweiss, theils aus der Nahrung. Das zersetzte Albumin be-...ägt trocken (für 8,16 N) 51,55 Gramm. Rechnen wir seinen Kohlenstoff (28,27 Gramm) zur ...scheidung des Gesammtkohlenstoffs, so bleiben 64 Gramm Kohlenstoff im Körper zurück ...sprechend 81,5 Gramm Fett. Der Körper hat sonach 51,5 Gramm Eiweiss verbraucht, da-... 81,5 Gramm Fett angesetzt, 30 Gramm mehr als er an festem Stoff verbrauchte; da er ...r nur um 297 Gramm an Gewicht zunahm, so beträgt, abgesehen von den Salzen, die nur ...e sehr kleine Correction bedingen, für Wasseransatz noch 267 Gramm. Der Versuch ...gt recht deutlich, wie die blosse Zunahme an Gewicht noch nicht sicher ein Zeichen ...er Zunahme der wesentlichen Organbestandtheile ist. Bei Fleischnahrung sehen wir z. B. ...egen das Gewicht sehr bedeutend bis über 1 Kilogramm in 24 Stunden abnehmen, obwohl ...ächlich (über 500 Gramm) »Fleisch« im Körper zurückgehalten worden war.

R. Böhm und F. A. Hoffmann gaben wichtige Beiträge zur Kenntniss des Kohlehydratestoffwechsels des Gesammtthieres und seiner Organe. Ihre Untersuchungen beziehen sich lediglich auf Katzen. I. Der Kohlehydratbestand des Körpers der normalen Katze. Bei ausschliesslich mit Fleisch gefütterten Katzen enthalten Glycogen und Zucker: Blut, Leber und Muskeln in grösseren Quantitäten, woneben der Glycogengehalt der übrigen Organe (Nieren) verschwindet. Der Zuckergehalt des Blutes der Katze beträgt im Mittel 0,15%, erst bei längerem Hunger sinkend und endlich verschwindend. Der Zuckergehalt der Leber beträgt für 1 Kilo Körpergewicht constant 0,5—0,6 Grm., während der Glycogengehalt der Leber von 1,4—10,9% des Lebergewichts schwankt. Der Gesammtbestand an Kohlehydraten fleischgefütterter Katzen beträgt 1,5—8,5 Grm. per 1 Kilo Körpergewicht. Füttert man Katzen nach mehrtägigem Hunger mit Fleisch, so enthalten die Lebern reichlich Glycogen, sowie die Thiere beginnen, Fett anzusetzen, verschwindet das Glycogen. Der Glycogengehalt der Muskeln beträgt im Ganzen bei normalen Thieren (etwas weniger als) die Hälfte der Gesammtglycogenmenge des Thieres. II. Fesselungsdiabetes der Katze. Nach Fesselung folgt constant reichliche Zuckerausscheidung im Harn, bei tracheotomirten Thieren mehrere Stunden (3—13) andauernd, auch nach längerem (3—8tägigem) Hunger. III. Der Verbrauch der Kohlehydrate bei Wärmeentziehung. Gefesselte tracheotomirte Katzen, welche sich (bis 25° C.) abkühlen, zeigen nach ihrem Verenden keine Spur von Kohlehydraten in den Organen mehr, ähnlich wirken nach Cl. Bernard andere mit Temperaturabnahme verknüpfte Todesarten, auch Eintauchen in Eiswasser. IV. Nach Rückenmarksdurchschneidungen (innerhalb der 5. Cervicalwurzel) der gefesselten tracheotomirten Thiere tritt auch Zucker im Harn auf (Fesselungsdiabetes), wobei die Thiere auch stark abkühlen (auf 20—19° C.), hierbei bleibt eine beträchtliche Glycogenmenge im Körper zurück, merkwürdigerweise ist aber der Glycogengehalt der Leber = 0, während der der Muskeln sich gegen die Norm vermehrt zeigt, von normal 0,25% auf 0,4%, wohl in Zusammenhang mit den fehlenden Muskelbewegungen.

Einfluss anorganischer Stoffe und der Extraktivstoffe auf die Ernährung.

Die Arbeit der Verdauungsorgane an sich steigert die Stoffzersetzung mit dem Sauerstoffverbrauch des Organismus. Alle Stoffe, welche, auch ohne Nährmaterial dem Organismus zuzuführen und auch wenn sie unverändert den Organismus passiren, vermehren die Peristaltik der Gedärme und steigern dadurch den Stoffverbrauch und die Sauerstoffaufnahme; v. Mehring und N. Zuntz haben darüber beweisende Versuche an hungernden Kaninchen mit Darreichung von schwefelsaurem Natron etc. angestellt. Ein anderer Factor, welcher durch Erhöhung der Arbeitsleistung des Organismus den Stoffwechsel steigert, ist die Diffusion zwischen Geweben und Ernährungsflüssigkeit, welche z. B. durch Aufnahme von Salzen erhöht werden kann.

Das Kochsalz vermehrt den Eiweissumsatz im Organismus (Voit) und zwar darum, weil es zunächst die Thätigkeit der Verdauungsorgane und dadurch den intermediären Stoffkreislauf, die Geschwindigkeit des Diffusionsstroms von Zelle zu Zelle steigert (cf. oben). Es wirkt (nach Voit) das Kochsalz im Organismus wie ausserhalb desselben bei künstlich angestellten Diffusionsversuchen. Eine durch eine Membran verschlossene Röhre, in die man eine Kochsalzlösung hereingebracht hat, saugt, wenn man sie ins Wasser hereinsenkt, mit grosser Kraft Wasser an; das Salz in der Röhre wirkt wie eine Pumpe. Die gleiche Wirksamkeit entfaltet es im Organismus; es verdankt seine nützlichen Wirkungen für den Körper vor Allem seiner Eigenschaft, die Bewe-

ung der Flüssigkeit von Zelle zu Zelle, von Organ zu Organ einzuleiten (cf. dagegen unsere Darstellung der Hydrodiffusion). Es ist von selbst einleuchtend, dass dasselbe für alle krystallisirbaren anorganischen, die Diffusion anregenden Körper- oder Nahrungsbestandtheile gilt; sie werden die gleiche Wirkung wie das Kochsalz entfalten.

Aus meinen Diffusionsbeobachtungen am Muskelgewebe geht hervor, dass ich die leicht diffundirbaren Zersetzungsprodukte des Eiweisses (Harnstoff, reatin, Kreatinin etc. etc.) oder der Kohlehydrate (Milchsäure und die anderen i Muskelsaft aufgefundenen organischen Säuren etc.) die gleiche Rolle spielen. ich sie steigern, wenn sie in grösserer Menge vorhanden sind, den Diffusions'om in den Organen. Dasselbe leistet indirect mechanische Arbeitsistung der Muskeln und Nerven. Durch energische Muskelarbeit ird der Stoffumsatz, namentlich der Umsatz stickstofffreier Stoffe, sehr bedeund gesteigert. Auch diese Steigerung geht direct mit einer Steigerung des ffusions-Säftestroms einher. Ein Muskel, der durch angestrengte Arbeitsistung sich mit Zersetzungsprodukten seiner Substanz beladen hat, pumpt aus n ihn bei seiner Thätigkeit reichlicher umgebenden Flüssigkeiten Wasser in ch ein und wäscht dadurch jene ihn ermüdenden Stoffe aus sich heraus. Wie Muskel findet auch in den übrigen Organen der gleiche Vorgang unter den leichen Bedingungen statt.

G. Bunge gibt nach Livingstone an, dass fleisch- und fischessende Völkerhaften kein Salzbedürfniss haben sollen (?), während solche, die auf rein vegebilische Nahrung angewiesen sind, unter Salzhunger leiden.

Die Wirkung der »ungeformten Fermente« ist nach O. Nasse ine verschiedene, je nach dem Salzgehalt der Lösung. Verschiedene Salze irken hierin sehr verschieden. Physiologisch wichtig ist das Ergebniss, dass ie zuckerbildende Wirkung des Speichels auf Stärkemehl bei einem mässigen ehalt der betreffenden Flüssigkeiten an Kochsalz etwa bis zu 4% stärker ausllt, während sie bei weiter gesteigertem Salzgehalt sinkt.

Auch durch Wasserzufuhr wird die Stoffzersetzung im Organismus verehrt, aus dem gleichen Grunde, den wir bei der durch Kochsalz gesetzten teigerung des Umsatzes schon erkannten, nämlich dann, wenn durch das Wasser der Diffusionsstrom auf eine höhere Stärke gehoben wird. Die gegenteilige Wirkung findet sich ein, wenn Wasser in den Organen gleichsam stagirt, so dass sie an Wasser reicher sind, ohne dass sie gleichzeitig eine genügende Salzmenge zur Bewegung desselben in sich enthalten. So findet sich ch ermüdender Muskelbewegung der Muskel wasserreicher. Es hindert dann s Wasser die Stoffzersetzung und ist in diesem Falle eine Hemmungsvorrichg der Stoffzersetzung (J. Ranke). Durch Wassertrinken kann die Harnffausscheidung, die wir als ein Maass des Eiweissverbrauches im thierischen d menschlichen Körper ansehen, nicht unbedeutend vermehrt werden.

Die Anregung der Diffusion im thierischen Organismus ist nur eine der chtigen Seiten der Wirkung der anorganischen Bestandtheile der Nahrung. ir haben schon die Wichtigkeit der Kalisalze und Phosphorsäure für Organzusammensetzung kennen gelernt. Für die Pflanzen ist es (zunächst ch Liebig) erwiesen, dass die Stoffbildung, und zwar besonders von Eiweissffen, nicht ohne die Kalisalze vor sich gehen könne, dass überhaupt das

Wachsthum und die Zunahme der Pflanze an Masse wesentlich an die Anwesen heit der Kalisalze in der Pflanzennahrung geknüpft ist. Die Beobachtungen üb die wichtigen physiologischen Wirkungen der Kalisalze, vor Allem der pho phorsauren, haben darauf hingedeutet, dass diese Stoffe, die von den organi schen Geweben s. v. v. mit Begierde aufgenommen werden, auch für di thierische Ernährung von der grössten Wichtigkeit sein möchten. Durch di Untersuchungen KEMMERICH's ist es erwiesen, dass die Kalisalze des Fleisches, i der Nahrung genossen, z. B. in der Fleischbrühe, einen sehr bedeutenden Ein fluss auf die Organbildung, zunächst Fleischbildung haben. Unter der Wirkun von Kalisalzen hat dieselbe Ernährung einen höheren Erfolg als ohne dieselbe Bei dem oben S. 133 dargelegten Imbibitionsgesetz der Organe wurde auf ein mögliche Erklärung dieser merkwürdigen Beobachtung hingewiesen. Aehnlid wie Kalisalze scheinen auch organische Extraktivstoffe des Fleisches zu wirke wenigstens wirkte in KEMMERICH's Versuchen das »Fleischextrakt« bedeuten der, als seinem Gehalt an Kalisalzen allein entsprochen haben würde. Dadurd bekommen wir einen neuen Einblick in die Gesetze, welche den Ernährungswert der einzelnen Nahrungsstoffe regeln. Die letztgenannten Stoffe, welche d Fleischansatz begünstigen, wirken ganz analog wie das Fett, die Kohle drate und der Leim, sie begünstigen den Fleischansatz, trotzdem sie für s betrachtet den Gesammtstoffumsatz erhöhen. Diese Erfahrung ist ganz an der oben angeführten der Thierzüchter, nach welcher Eiweiss, das für sich all den Stoffwechsel steigert, den »Ansatz« ermöglicht. Der Kaligehalt d Bieres, der Molke, Milch erlangt durch diese Betrachtungen eine sehr achtenswerthe Bedeutung.

G. BUNGE studirte die Menge (der Chlorverbindungen) der Alkalien im thieri Organismus und in seinen Nahrungsmitteln. Der Natrongehalt ganzer Säugeth schwankt, auf 1 Kilogramm Körpergewicht berechnet, zwischen 1,68—2,666 Grm. Der Ka gehalt ist etwas höher 2,605—3,280 Grm. Die Milch zeigt einen ganz analogen Geha den beiden Alkalien, dagegen zeigen sich die vegetabilischen Nahrungsmittel relativ ärmer Natron, woraus sich das lebhafte Bedürfniss nach Kochsalz (LIVINGSTONE) bei ausschliesslich Pflanzenkost erklärt. Am reichsten ist relativ die Kartoffel an Kalisalzen.

J. FORSTER konnte mit möglichst salzarmer Nahrung Tauben bis zu 29, Mäuse b zu 30, Hunde bis zu 36 Tagen am Leben erhalten. Die Organe und das Blut halten auch b Mangel in der Nahrung sehr hartnäckig einen gewissen Gehalt an Mineralien zurück. B Chlorhunger tritt beim Hund endlich ein Zustand ein, in welchem keine Salzsäure im Ma mehr ausgeschieden und die Nahrung unverändert ausgebrochen wird. Endlich ster die Thiere ohne Abnahme an Fleisch und Fett unter Anzeichen von Störungen im Nerv system, Lähmungen. Auch aus SCHENK's Versuchen geht hervor, dass der Organismus d Chlor hartnäckig festhält. J. FORSTER constatirte (gegen WEISKE), dass bei kalkarmer Na rung der Organismus, namentlich aber die Knochen an Kalkerde verarmen.

Säftestrom im Fieber. — Eine Vermehrung des Stoffumsatzes und damit des Säf stroms tritt auch im Fieber ein, so lange dazu eine genügende Wassermenge i Körper vorhanden ist (v. GIETL). Die Fiebererscheinungen werden durch die Steigeru der Zersetzungen erhöht. Fehlt dem Organismus eine genügende Wassermenge zur Bild eines grösseren Säftestroms, z. B. nach Blutverlusten, wässerigen Darmentleerungen in d Cholera, starkem wässerigen Erbrechen etc., so sehen wir die Erscheinungen des Fieb herabgesetzt oder bei sehr vermindertem Säftestrom sogar gänzlich verschwinden, mit ei Ansteigen des Wassergehaltes des Organismus kehrt das Fieber zurück (v. GIETL).

SEEGEN sah bei einer Vermehrung der Wasserzufuhr von 800—1800 [illegible]

ich mit Fleisch gefütterten Hund nur einen ziemlich geringen Einfluss auf die Stickstoffausscheidung im Harn. KLEIN und VERSON konnten die Angabe VOIT's, dass Kochsalzgenuss den Eiweissumsatz steigere, nicht bestätigen.

A. FRÄNKEL führte den Nachweis, dass verminderte Sauerstoffzufuhr zu den Geweben den Eiweisszerfall im Organismus steigert. Er denkt dabei an ein rascheres »Absterben« der weniger Sauerstoff erhaltenden Gewebe. Wird die Athmung mechanisch behindert, so steigt die Harnstoffausscheidung manchmal um mehr als das Doppelte an, ähnlich nach Kohlenoxydgasvergiftung und Aderlässen, welche die Blutkörperchenzahl oder ihre physiologische Wirksamkeit vermindern, die Athmung herabsetzen. Auch bei Diabetes ist die Sauerstoffaufnahme vermindert (cf. unten), was vielleicht mit dem gesteigerten Gewebszerfall in ursächlicher Verbindung stehen mag. Auch erhöhte Temperatur wirkt in diesem Sinne.

Ernährungsversuche: II. Gruppe.

Die II. Gruppe der Ernährungsversuche umfasst jene, bei welchen bei möglichst gleichbleibenden Ernährungsverhältnissen ein experimenteller Wechsel der sonstigen Lebensbedingungen angestrebt wurde. Unter diese Gruppe fallen jene Versuche, bei welchen der Einfluss äusserer Agentien: z. B. Wechsel der Temperaturen, der Beleuchtung auf die Grösse des Stoffumsatzes geprüft wurden. Daran schliessen sich an die Experimente über Stoffwechsel bei Muskelruhe und Muskelarbeit, sowie bei verschiedener Organzusammensetzung des Körpers, z. B. in den verschiedenen Lebensaltern und Geschlechtern etc.

Das allgemeine Resultat dieser Versuche lässt sich darin zusammenfassen, dass alle jene Zustände, welche mit einer Steigerung der Gesammt-Arbeitsleistung des Organismus verbunden sind, mit einer Erhöhung des Stoffverbrauches, z. B. Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe einhergehen, das Nahrungsbedürfniss sonach erhöhen. Sehr klar tritt dieses Verhältniss bei den Beobachtungen über die Temperatureinflüsse hervor, welche von PFLÜGER u. A. eingehender untersucht wurden. (Näheres im XIV. Cap. Athmung.)

Einfluss der Temperatur des Organismus auf seinen Stoffumsatz.

Die grundlegenden Versuche über Stoffwechsel bei verschiedener Körpertemperatur wurden von PFLÜGER mit HUGO SCHULZ an kaltblütigen Thieren (Fröschen) ausgeführt, deren Körpertemperatur mittelst eines durch den Mund in den Magen eingeführten Thermometers gemessen wurde. Es zeigte sich eine vollkommene Abhängigkeit der Kohlensäure-Ausscheidung von der Temperatur des Körpers: bei 1° C. Körpertemperatur fast = 0, ist sie bei 30—35° der des Menschen gleich. Sie fanden, meist an den gleichen Thieren experimentirend, folgende auf 1 Kilo und 1 Stunde berechnete Werthe für die CO_2-Ausscheidung:

zwischen	1,0—15,8°	. . .	0,0084 bis 0,0964 Grm.
-	17,0—25,5°	. . .	0,0822 - 0,1706 -
-	33,0—34,2°	. . .	0,5495 - 0,6096 -

Mit der Zunahme der Körpertemperatur sehen wir also eine Zunahme des Stoffwechsels eintreten. Mit COLASANTI setzte PFLÜGER

diese wichtigen Untersuchungen an Warmblütern, Meerschweinchen fort. Um zunächst die Frage zu entscheiden, ob die Constanterhaltung der Körpertemperatur bei Warmblütern bei niedriger Aussentemperatur nur auf Regulirung der Wärmeabgabe oder gleichzeitig auf Steigerung der Wärmeproduktion beruhe, variirte er die Umgebungstemperaturen nur soweit, dass die im Rectum des Versuchsthieres gemessene Körpertemperatur unverändert blieb. Die Hauptresultate der Untersuchung sind folgende: 1) Meerschweinchen verbrauchen unter normalen Verhältnissen für 1 Kilo Thier und 1 Stunde bei 18,0° C. Lufttemperatur 1110,5cc O und geben ab 964,9cc CO_2. 2) Bei Abnahme der Lufttemperatur verbraucht 1 Kilo Meerschweinchen für je — 1° C mehr O 37,7cc, producirt mehr CO_2 34,2cc. 3) Diese Steigerung des Stoffwechsels verläuft äusserlich ohne wahrnehmbare Erscheinung. 4) Die durch Kälte hervorgerufene Steigerung des Stoffwechsels kann so bedeutend werden, dass im Verlauf einer Stunde die Körpertemperatur beträchtlich zunimmt. Der Stoffumsatz ist dabei nur erhöht, nicht (wesentlich) qualitativ verändert. Dieses Ansteigen des Stoffumsatzes bei Kälte ist bei kleinen Thieren wegen ihrer grösseren Oberfläche bedeutender, als bei grösseren. Colasanti hatte seine Versuche im Sommer angestellt. Mit Finkler bearbeitete Pflüger den gleichen Gegenstand im Winter. Auch in diesen Versuchen wurde konstatirt, dass die Eigentemperatur der Thiere sich bei kalter Aussentemperatur nicht wesentlich verändere, sie erhöht sich gelegentlich um Bruchtheile eines Grades, dagegen steigt die Sauerstoffaufnahme und die Kohlensäureabgabe resp. der Stoffwechsel bei Kälte event. bis auf das Doppelte an. Finkler fand dabei unabhängig von der Aussentemperatur die Körpertemperatur seiner Meerschweinchen im Winter um 0,9° C. höher als Colasanti im Sommer, dem entsprechend auch den Stoffwechsel im Allgemeinen um etwa 23 % gesteigert. Einen derartigen Einfluss des Winters, unabhängig von der gerade das Thier umgebenden Temperatur, hatte schon Senator aber nur an regelmässig genährten, nicht an hungernden Thieren beobachtet. Die Frage, ob der Organismus im Winter, den eben angegebenen Verhältnissen entsprechend, im Ganzen mehr Stoff verbraucht als im Sommer, wurde im bejahenden Sinne von Dr. med. Carl Theodor, Herzog in Bayern, entschieden. Er fand, dass die Nahrungsmenge, welche im Winter genau hinreichte, um die Stoffwechselausgaben einer Katze zu decken, im Sommer sehr reichlichen Ansatz (Mästung) bewirkten. Die Katze erhielt vom 31. Dec. 1874 bis 14. Juni 1875 täglich 120 Grm. fettloses Fleisch und 15 Grm. Schmalz. Respirationsversuche ergaben, dass die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe mit sinkender Aussentemperatur sich steigern und zwar innerhalb der normalen Temperaturen des Winters und Sommers (— 5,5° C. bis + 30,8° C.). Voit machte Versuche am Menschen.

Die Einwirkung des Lichts auf den Stoffwechsel des Menschen ist noch nicht untersucht. Unter normalen Bedingungen ist der Stoffumsatz während der Tagesstunden beträchtlich lebhafter als während der Nachtstunden. Die Ursache liegt hier aber im Unterschied zwischen Schlaf und Wachen, im Allgemeinen zwischen Körperthätigkeit und Körperruhe. Wird während der Nacht gewacht und gearbeitet, so kehrt sich das Verhältniss um. An Fröschen wurden in älterer Zeit (Moleschott u. A.) Versuche angestellt, welche für eine steigernde Einwirkung des Lichtes auf den Stoffumsatz zu sprechen

schienen, den gleichen Schluss zieht FUBINI aus seinen vergleichenden Versuchen an geblendeten und normalen Fröschen. Aber nirgends sehen wir experimentell die Einwirkung der gesteigerten Körperbewegung im Lichte von der möglichen, ja wahrscheinlichen Wirkung der letzteren getrennt, sodass die Versuche strenge Beweiskraft entbehren. PFLÜGER's Versuche bei Athmung.

Die Einwirkung der Muskelarbeit auf den Stoffwechsel des Menschen und der Thiere wird unten an verschiedenen Stellen im Einzelnen ausführlich besprochen werden. Die Hauptresultate der Untersuchung sind: Steigerung des Sauerstoffverbrauchs, der Kohlensäure- und Wasserausscheidung; in der Mehrzahl der Untersuchungen zeigte sich auch die Stickstoffausscheidung (im Harn), immer aber in relativ geringem Maasse gesteigert, diese Steigerung kann unter Umständen sogar vollkommen fehlen (VOIT). Der durch die Muskelarbeit gesteigerte Stoffverbrauch des Organismus bezieht sich sonach vorwiegend auf die »stickstofffreien« Körperbestandtheile (cf. bei Athmung).

Die Einwirkung des verschiedenen Verhältnisses der Organe zu einander und zum Gesammtkörper auf den Stoffwechsel. Wir haben oben S. 177 darauf hingedeutet, wie ausserordentlich gross in dieser Beziehung die Differenzen sind, wenn wir die verschiedenen Alter, die verschiedenen Geschlechter etc. derselben Species, spec. des Menschen mit einander vergleichen. Der Drüsenapparat, d. h. alle grossen Drüsen zusammengenommen, ist im kindlichen und weiblichen Organismus quantitativ bedeutender entwickelt, als im männlichen Körper, verglichen mit dem Bewegungsapparat (sammt der äusseren Haut). Nach meinen Bestimmungen betheiligt sich das gleiche Gewicht Drüsenapparat circa 4mal stärker an dem Stoffverbrauch als der Bewegungsapparat. Mit der relativen Zunahme des ersteren muss daher, alles Andere gleichgesetzt, entsprechend der Gesammtstoffumsatz des Organismus wachsen.[1]) 1 Gramm »Bewegungsapparat« des erwachsenen Mannes verbraucht in 24 Stunden 0,00215 Gramm Kohlenstoff, 1 Gramm »Drüsenapparat« 5,4mal mehr, Das Blut an sich betheiligt sich nur in einem verschwindenden Antheil an dem Gesammtstoffverbrauch (PFLÜGER u. A.). Danach ist man im speciellen Falle in der Lage, zwei der Hauptfactoren zu berechnen, aus welchen sich die Gesammtsumme des Stoffverbrauchs bei dem Menschen (und den Thieren) zusammensetzt. Der relative Mehrverbrauch von Stoff, welchen wir im kindlichen Alter beobachten, bezieht sich aber ausserdem noch auf eine Anzahl anderer Momente: gesteigertes Wachsthum, gesteigerte Cirkulation, gesteigerte Abgabe von Wärme (und Wasser) etc. etc. (Nahrungsmengen bei verschiedenem Lebensalter S. 246) (cf. bei Athmung).

Nahrungsmenge.

Es liegt sehr nahe, als unteres Maass für die Mengenverhältnisse, in welchen die Nahrungsmittel gereicht werden müssen, um den täglichen Körperverlust vollkommen zu ersetzen, den Stoffverbrauch im Hungerzustande anzunehmen. Man ist versucht zu glauben, dass eine Nahrungszufuhr, welche den Hungerverlust deckt, auch eben zur Ernährung hinreichend sein müsse. Meine Untersuchungen ergeben für den Verbrauch im Hunger bei dem Menschen im

1) Das Nähere cf. J. RANKE, Die Ernährung des Menschen. München 1876. Cap. VI.

Durchschnitt etwa 50—60 Gramm Albumin und 200 Gramm Fett im Tage. Reicht man diese Nahrung, so bemerkt man sogleich, dass sie zum Ersatz nicht genügt. Der Grund dafür liegt in der schon mehrfach besprochenen Steigerung, welche der Umsatz durch eine Steigerung der Thätigkeit der Verdauungsorgane etc. erfährt.

Ein besseres Maass gewinnt man aus der Bestimmung der Ausscheidungsprodukte, welche der Körper während 24 Stunden abgibt, bei einer unbestimmten, gewöhnlichen Ernährungsweise. Aus den bestimmten Zersetzungsstoffen können die unbestimmten Einnahmen berechnet werden.

Bei einem derartigen Versuche fand ich als Normalzahlen für die Ausscheidungsprodukte in 24 Stunden für einen ruhenden Menschen, d. h. bei geringer Muskelleistung:

für Haut und Lungen:

791,1 Gramm CO_2
= 215,7 - C

für den Harn:

40,00 Gramm Harnstoff
0,53 - Harnsäure } = 18,85 N und 8,20 C.

Die Gesammtmenge des durch Lungen und Nieren ausgeschiedenen Kohlenstoffs betrug 223,9 Grm. Das Verhältniss des N zum C in den Ausscheidungen beträgt: 1 : 12.

Rechnen wir wie bei Hunger den ausgeschiedenen Kohlenstoff auf Fett nach der Formel, welche Chevreul für Menschenfett aufstellte — 79 % C in 100 Theilen —, so ergeben sich 200 Gramm Fett neben 122 Gramm Eiweiss. Die Eiweissmenge in der gewöhnlichen Nahrung, die nur durch den gesunden Appetit geregelt wird, beträgt hier demnach gerade das Doppelte des Eiweissverlustes des hungernden Organismus, während der Fettverbrauch in beiden Fällen ganz gleich scheint, doch dürfen wir nicht vergessen, dass ein Theil der CO_2 auch von anderen kohlenstoffhaltigen Materien der Nahrung geliefert wurde als Fett. Es ist bemerkenswerth, dass das Stickstoff-Kohlenstoffverhältniss in den Ausscheidungen auch bei grossen scheinbaren Aenderungen in der Nahrungsaufnahme, wenn diese dem Appetit zu bestimmen überlassen blieb, von mir öfter 1 : 12 gefunden wurde.

Es ist klar, dass die Nahrung unter allen Umständen etwas mehr Stoff enthalten muss, als die Exkrete rechnen lassen würden, da ja ein Theil der ersteren den Körper unverdaut wieder verlässt. Da die Verdauungsstärke der verschiedenen Individuen sehr verschieden sich verhält, so lässt es sich mit weiterer Rücksicht auf einige analog wirkende Momente begreifen, wie die gleiche Nahrungsaufnahme, z. B. bei den Genossen eines Kosttisches, so verschiedene Erfolge hervorbringen kann.

Es ist möglich, die Nahrung des Menschen nicht nur chemisch nach ihren Elementarstoffen zu bestimmen, sondern sie auch für längere Zeit hindurch gleichmässig zu halten, so dass man am Menschen ebenso wie an Thieren mit aller wünschenswerthen Exaktheit Ernährungsversuche anstellen kann (J. Ranke).

Bei einem Mittelgewichte von 74 Kilogramm war meine Ernährung mit Nahrungsmitteln, welche 15,22 Gramm N und 228,7 Gramm C enthielten, eine vollständige, so dass ich eine Woche hindurch bei geringer Muskelleistung =

neine Körperausgaben damit vollkommen bestritt. Die Zusammenstellung ızelnen Nahrungsstoffe hatte ich möglichst dem gewöhnlichen Essen der en Stände nachgeahmt und kann für ähnliche Versuche als Normalng gelten.

Nahrung bestand in Folgendem:

250 Gramm	Fleisch	= 8,5	Gramm N und	81,8	Gramm C
400 -	Brod	= 5,4	- - -	97,44	- -
70 -	Stärke	= 0	- - -	26,05	- -
70 -	Eiereiweiss	= 1,52	- - -	5,99	- -
70 -	Schmalz	} = 0,4	- - -	67,94	- -
30 -	Butter				
10 -	Salz				
2100cc	Wasser				
	Zusammen	15,22	Gramm N und	229,22	Gramm C.

s Stickstoff-Kohlenstoff-Verhältniss beträgt hier:

1 : 15.

s Fleisch wurde möglichst vollkommen von dem anhaftenden Fett befreit, n und dann mit einem Theile des Schmalzes gebraten: aus dem Reste ɀteren mit der Stärke, dem Eiereiweiss und Salz wurde eine Mehlspeise t. Die Butter wurde zum Brode genossen. Wie vollkommen diese Nahrung ı obwaltenden Bedingungen zur Deckung der Körperausgaben hinreichte, ich aus einer kleinen Tabelle erkennen, in welcher den chemisch been Einnahmen in 24 Stunden die ebenfalls chemisch bestimmten Auswährend derselben Zeit gegenübergestellt sind:

	N	C
Einnahmen:		
In der Nahrung	15,22	229,22
Ausgaben:		
Im Harne	14,84	6,62
Im Kothe	1,12	10,6
In der Respiration	0	207,0
Zusammen:	15,96	224,22.

e Fehler = Differenzen in den Bestimmungen sind nicht grösser, als sie er chemischen Elementaranalyse der Nahrungsstoffe, wenigstens bei so ı Mengen, wie sie hier vorliegen, sich auch würden ergeben haben. Bei ɔdiger Ernährung gleicht der Vorgang wirklich einer Elementaranalyse, den ebenso viel Stoffe im Körper verbrannt, als in der Nahrung aufgen wurden. Setzen wir in die Tabelle der aufgenommenen Nahrungsinfachere Ausdrücke ein, so erhalten wir als ausreichende Nahrung en erwachsenen Mann von 74 Kilogramm, bei geringer Körperarbeit:

an Albumin (15,5 N)	= 100	Gramm
- Fett	= 100	-
- Stärkemehl (Zucker)	= 240	-
- Salz	= 25	-
- Wasser	= 2535	-
Zusammen:	= 3000	Gramm = 3 kg

wovon 0,5 kg feste Nahrungsstoffe.

F.W. Beneke berechnet aus 15 an sich selbst angestellten Versuchen den au reichenden Stoffverbrauch für im Mittel 62,5 Kilogramm Körpergewicht mässiger körperlicher und angestrengter geistiger Thätigkeit zu 93,5 Gra Eiweiss, 109 Gramm Fett, 284 Gramm Kohlehydraten.

Es ist nach dem bisher Gesagten ohne weitere Erklärung selbstverstä lich, dass man bei der Nahrung im Einzelnen den jeweiligen Bedürfnissen zu ernährenden Individuums Rechnung zu tragen hat; die Nahrungszufuhr m den individuellen Bedingungen angepasst werden. Für jeden Organismus (seinem speciellen Organ-Verhältniss, seiner Arbeitsleistung etc.) gibt es ein M der Nahrung, d. i. die geringste Menge Eiweiss, welche man bei Zusatz geringsten Menge von Leim, Fett oder Kohlehydraten braucht, um den Best der Stoffe in ihm zu erhalten oder anderen Anforderungen zu genügen (Vo Ein Organismus, von dem viel Muskelarbeit verlangt wird, wird eine and Nahrung bedürfen als einer, dem wenig zugemuthet werden soll, oder bei de es weniger auf Muskel-, sondern auf den nöthigen Fettansatz zu einer normal Ernährungsfähigkeit ankommt.

Die verschiedene chemische und anatomische Zusammensetzung des Kö pers ist mit der Verschiedenheit in der Verdauungsstärke vorzüglich der Grun warum ein und dieselbe Nahrung bei verschiedenen Individuen so ganz ve schiedene Wirkung hervorbringt.

Verschiedene Ernährungsweisen.

Moleschott hat versucht, aus älteren Versuchsreihen von Mulder, Playfair, L Wundt, Genth und Gasparin das Kostmaass eines arbeitenden erwachsenen Mannes zu rechnen. Es ist bemerkenswerth, wie nahe dasselbe mit dieser unserer Normaldiät für ringe Muskelleistung, welche experimentell ausgeprobt wurde, übereinstimmt. Nur ist ganze Verbrauch etwas höher gegriffen, was darin einerseits seinen Grund hat, dass der Kost für Muskelarbeit berechnet ist und dass man andererseits vor meinen Kohlensäurebest mungen am Menschen mit dem Pettenkofer'schen Respirationsapparate die Kohlensäure scheidung des Erwachsenen ziemlich viel höher schätzte; meist legte man den von Liebig der Nahrung hessischer Soldaten berechneten Werth von 27⁸⁄₁₀ Loth = 434,4 Gramm Kohl stoff zu Grunde, was nach meinen Beobachtungen fast um das Doppelte zu viel ist, 224 : 43 Das von mir beobachtete Individuum würde ohne stärkere Muskelleistung bei dem Mo schott'schen Kostmaasse Stoffe angesetzt haben, also gemästet worden sein.

Nach der Berechnung Moleschott's müsste das tägliche Kostmaass für einen kräftig a beitenden erwachsenen Mann, z. B. Arbeiter, Soldaten betragen:

an Albumin	=	130	Gramm
- Fett	=	84	-
- Stärkemehl oder Zucker etc.	=	404	-
- Salzen	=	30	-
- Wasser	=	2800	-
Zusammen:		3448	Gramm.

Die Gesammtstickstoffmenge beträgt hier 20,2 Gramm N; die Gesammtkohlenstoffmeng 320 Gramm C; das Stickstoff-Kohlenstoff-Verhältniss ist dabei: 1 : 15, der gleiche Wert den auch wir bei unseren Beobachtungen gefunden haben.

Es ist nach unseren Vorbesprechungen einleuchtend, dass diese Zahlenangaben kein absoluten Werth beanspruchen können. Um den Körper zu erhalten, kann eine Nahrung

z. B. wie die eben angeführte dienen; doch ist zu dem angestrebten Zwecke die anne Mischung nicht gerade erforderlich.

hmen wir an, dass der Mensch allein von Fleisch sich ernähren kann, wie es der ermag, so würden wir zu demselben Zwecke ausreichen nach unserer oben angestell-chnung mit 2000 Gramm Fleisch. Diese Fleischmenge enthält: 68 Gramm N und ramm C. Das Stickstoff-Kohlenstoff-Verhältniss würde betragen: 1 : 3,7.

Hungerzustande bestreitet derselbe Organismus seine Bedürfnisse für 24 Stun-50 — 60 Gramm Albumin, etwa = 200 Gramm Fleisch, und 200 Gramm Fett. Das ff-Kohlenstoff-Verhältniss beträgt im Durchschnitt: 1 : 20,5.

stickstofffreier Kost wird der Albuminverbrauch des Organismus noch herab-selbst gegen den Hungerzustand, das Stickstoff-Kohlenstoff-Verhältniss steigt auf

deckte in anderen Versuchsreihen meine Körperverluste noch durch mehrere andere gsstoff-Combinationen. In einer Reihe wurde genossen:

Rindfleisch	= 500 Gramm	= 17 Gramm N und	62,7 Gramm C
Brod . .	= 200 -	= 2,56 - - -	48,72 - -
Fett . . .	= 80 -	= 0 - - -	54,29 - -
Rohrzucker	= 125 -	= 0 - - -	52,7 - -
Salz . .	= 10 -		
Wasser .	= 2000cc		
Zusammen:		19,56 Gramm N und	218,41 Gramm C.

Stickstoff-Kohlenstoff-Verhältniss ist hier: 1 : 11,2 sehr annähernd an jene Grösse, das Verhältniss bei nur durch den Appetit geregelter Kost einhält, wo ich bei verschiedenen Versuchen wie: 1 : 12 fand. In der Milch ist das Verhältniss

r stellte neuerdings als Kostsatz für den Arbeiter auf:

	Stickstoff:	Kohlenstoff:
118 Eiweiss	18,3	63
56 Fett	—	43
500 Stärkemehl	—	222
	18,3 N:	328 C = 1 : 18

ist einleuchtend, dass wir nach diesen Erfahrungen nicht mehr von einem ein für e feststehenden Kostsatze, in welchem eine bestimmte Menge von Albumin und von ffreien Nahrungsstoffen vertreten sein müsste, sprechen können.

Volksernährung.

: verschiedene Art der Volksernährung in den verschiedenen Ländern ebenfalls die Richtigkeit dieses Satzes.

yfair fand in der Nahrung englischer Landbauer nur 67,15 Gramm Albu-238,62 Gramm stickstofffreie Nahrungsmittel enthalten; eine andere Bestimmung mselben: 87,72 Gramm Albumin auf 350,94 Gramm stickstofffreie Substanzen.

h den Angaben Böhm's besteht die Kost der ärmsten Volksklassen in nordhen Gegenden (Luckau) für Aeltern und ein (fünfjähriges) Kind pro Woche aus:

$8^3/_4$ Mtz.	Kartoffeln	= c. 41 Pfd.	= 410 Gramm Albuminate
$^1/_2$ -	Mehl	= $2^1/_2$ -	= 67,5 - -
$1^3/_4$ Pfd.	Fleisch	=	99,5 - -
$^1/_2$ -	Reis	=	10,0 - -
12 -	Brod	=	300,0 - -
geringste Mengen von Milch			
		28875 Gramm mit 887 Gramm Eiweiss.	

Man kann etwa die Hälfte auf den Mann, die zweite Hälfte auf Frau und Kind rechn so dass der Mann etwa 64 Gramm Eiweiss pro Tag erhält.

Die Bauern des bayerischen Gebirges und der bayerischen Hochebene es nur an vier Feiertagen im Jahre Fleisch. Sie nähren sich sonst von Mehlspeisen, die du ihren ungemeinen Fettreichthum auffallen. Diese sogenannte »Schmalzkost« ziehen sie Fleischkost als besonders kräftigend vor, wie ihr Sprichwort sagt:

»A habernes Ross und an g'schmalzenen Mann
Die zwoa reisst koa Teufl zam«.

Uebrigens ist die Kost dieser kräftigen Bergbewohner durchaus nicht eiweissarm. Ein Holzknecht in Reichenhall empfängt, wenn er am Montag nach dem Frühstück in Berge geht, von seinem Herrn 3,4 Zollpfd. Schmalz, 7,8 Pfd. Mehl, 4,5 Pfd. Brod; er k Samstags Abends nach Hause und isst zu Hause zu Nacht. Die angegebene Nahrung muss für 5 volle Tage ausreichen; sie entspricht — das Stärkemehl in Fett (24 : 10) und das in Fleisch umgerechnet (100 Pfd. Mehl = 140 Pfd. Brod, worin 8% Albumin), per Tag:

Fleisch 540 Gramm, Fett 626 Gramm!

Auf eigene Rechnung kauft sich der Holzknecht noch ein Maass gedörrtes Obst, sicher ni der Leckerei wegen, sondern um in seiner Speise das Quantum der arbeitenden Alkalien zu vermehren. Noch bedeutendere Albuminmengen der Schmalzkost geben die Berechn gen H. Ranke's nach dem jährlichen Durchschnitt für sein Landgut Laufzorn bei Münch Hier erhält ein Knecht im Tage durchschnittlich 152 Gramm Albuminate, im Jahre Gramm, davon aber nur $3\frac{3}{4}$% als Fleisch.

E. Steinheil fand die Zusammensetzung der Nahrung von 4 Bergleuten in der Gr Silberau bei Ems im Tagesdurchschnitt zu: 133 Gramm Eiweiss, 113 Fett und 634 Kohl hydrate.

Reisende berichten von den erstaunlichen Fettmengen, welche die Bewohner der P larländer zu geniessen pflegen. In einem kalten Klima ist man der grossen Wärme wegen genöthigt, viel zu essen und namentlich Fett wegen seiner hohen Verbrennungs Ein Eskimo soll im Stande sein, im Tag 8—12 Pfd. (?) fettes Walrossfleisch zu ver Diese reichliche Nahrung liefert ihm genügend Wärme, um den grossen Wärme trotzen zu können. Doch sind derartige Bemerkungen noch nicht genügend wissensch begründet.

Darwin erzählt bei Gelegenheit der Beschreibung seines Aufenthaltes in den Pamp

der eine besondere kraftgebende Wirkung zuschreiben. Aehnlich wird es sich bei den anderen oben genannten Bevölkerungen verhalten.

Wie sehr man sich bei derartigen aprioristischen Voraussetzungen sogar in nächster Nähe ...chen kann, zeigt das oben angeführte Beispiel der Ernährung der bayerischen Ge...rgsbewohner, von denen man behauptet hatte, dass sie bei einer Diät, welche vorzugs...se aus Kohlehydraten und Fett besteht, anstrengender Arbeit fähig seien; erst LIEBIG ...igte, dass die Albuminmenge ihrer Nahrung eine sehr bedeutende ist. Aehnlich geht es mit ...r Behauptung der »Nahrhaftigkeit« des Biers. Man behauptete früher vielfältig ...gen LIEBIG, dass die bayerischen Arbeiter sich mit Bier (und Brod) arbeitskräftig erhielten. ...c konnte nachweisen, dass die stärksten Biertrinker in München auch die stärksten Esser ...d. In der SEDLMAYER'schen Bierfabrik trifft auf den Kopf eines Arbeiters im $^1/_2$jährigen ...rchschnitt pro Tag:

546	Gramm	Brod,
840	-	Fleisch (vom Metzger),
?	-	Fett und Gemüse etc.,
8000	-	= 8 Liter Bier!

Die Arbeit der Brauknechte ist sehr schwer und nur sehr starke Männer eignen sich dazu. Um mit Bier, das kein oder nur Spuren von Eiweiss enthält, den Kohlenstoffverbrauch ...s Organismus zu decken, bedürfte man 12—18 Liter im Tage! dabei müsste aber immer ...h Eiweiss zugeführt werden. Das ist der Sinn, wenn wir auch bei reichlichster Bier...umption eiweisshaltige Stoffe z. B. Käse mitgenossen sehen.

Die Londoner Hafenarbeiter (NAVVIES), welche z. B. im Krimkriege bei dem ...ahnbau bei Bala Klava sich durch ihre ausserordentliche Arbeitsleistung auszeich...n, verzehrten täglich 150—159 Gramm Albuminate und zwar ca. $^3/_4$ in Form von Fleisch.

Wir sehen, wie geschickt der Volksinstinkt die richtige Verbindung der Nahrungsstoffe ...zufinden weiss; die Erfahrung hat dem Menschengeschlecht seit dem Beginne seines ...s hierin Alles gelehrt, was die Wissenschaft erst mühsam zu ergründen und zu begrün...bestrebt ist. Dem Einzelnen unbewusst zeigt sich über der ganzen Lebensweise der Na...n eine strenge Gesetzmässigkeit: Die gesunde Volksnahrung bestrebt sich im Allgemeinen, ...n Körper auf einem ziemlich hohen Organstand — Muskel- und Fettmenge — dauernd zu ...halten. Sie ist stets Erhaltungsnahrung (VOIT). Die Ernährung kann auch, wie wir ...en, von einem anderen Gesichtspunkte ausgehen. Sie kann eine bestimmte Veränderung ...Körperzustandes anstreben. Sie kann beabsichtigen, den Körper fett- oder fleischreicher, ...- oder fleischärmer zu machen. Die verschiedenen Berufsweisen, Geschlech...r, Lebensalter erfordern eine sehr verschiedene Nahrung. Wir wollen einige hervor...ende Beispiele der Art noch besprechen.

Ernährung der Truppen.

Beginnen wir mit der Ernährung der Truppen im Frieden.

Die Aufgabe scheint ziemlich einfach zu lösen. Wir haben in den zu Ernährenden kräf... erwachsene Männer vor uns, die wenigstens theilweise und zu Zeiten stark zu arbeiten ...n.

Trotz der scheinbaren Einfachheit fällt in den verschiedenen Ländern die Antwort auf ...s vorliegende Frage sehr verschieden aus.

Wir verdanken LIEBIG eine Zusammenstellung der Nahrungsmengen, welche von einer ...pagnie hessischer Soldaten während eines Monats aufgenommen wurden, zusammen ...den in der gleichen Zeit ausgeschiedenen Exkrementen. Es ergibt sich, dass auf einen ...ten der beobachteten Kompagnie, eingerechnet, was er noch neben seiner militärischen ...stigung zu sich nimmt, 75,74 Gramm Albumin auf 447,86 Gramm stickstofffreie Stoffe

treffen. LIEBIG hält für einen Soldaten im Frieden 125 Gramm Albumin genügend, im Kri verlangt er mindestens 140 — 148 Gramm.

Der Soldat des norddeutschen Bundes erhielt nach dem Reglement vor 1870 täg im Frieden nach VOIT's Berechnung:

	I. kleine:	II. grosse Portion:	Eiweiss: I.	II.	Fett: I.	II.	Stärk I.
Brod	697	697	56	56	10	10	343
Fleisch ohne Knochen (20% Knochen)	120	200	19	31	8	13	—
Reis	91	116	4	6	1	1	76
oder Graupen	116	149	12	16	2	3	92
- Hülsenfrüchte	232	307	51	67	5	6	126
- Kartoffeln	1500	1992	22	30	30	40	350
bei Reis			79	93	19	24	419
- Graupen			87	103	20	26	425
- Hülsenfrüchte			125	154	23	30	469
- Kartoffeln			97	117	48	63	693
Im Mittel:			97	117	28	36	451

In Frankreich ist die Nahrungsmenge im Frieden: 328 Fleisch und 846 Brod. E sind hier die Kostsätze sehr wechselnd. Nach HILDESHEIM erhält der Mann im Felde 24 Lo 400 Gramm Fleisch.

In Oesterreich erhielt vor 1866 der Soldat im Frieden: 900 Brod, 224 Fleisch und Mehl oder 70 Erbsen, Linsen, Bohnen, 560 Kartoffeln, Schmalz 9, Gerstengraupen 140. Mittel ist in dieser Nahrung enthalten 110 Eiweiss, 37 Fett, 525 Stärkemehl.

Ein englischer Soldat in Europa erhält nach PLAYFAIR 119,05 Albuminate auf stickstofflose Nahrungsstoffe: in Indien 112,46 auf 339,82. Bei einem englis Matrosen besteht die Nahrung bei frischem Fleisch aus 114,67 Gramm Albumina 338,82 Gramm stickstofffreie Substanzen; bei gesalzenem Fleische treffen 134,46 Gra ersteren auf 485,35 der letzteren.

Wir sehen, dass die Mengen der Eiweisssubstanzen im Verhältniss zu den sticksto Stoffen in den Truppenkostsätzen sehr schwankend sind.

Nach den uns bekannten Gesetzen der Ernährung ist es uns sogleich einleuchtend, d alle die verschiedenen Kostsätze wohl ausreichend genannt werden können für die Er tung eines kräftigen Mannes bei mässiger Arbeit. Es kann hierzu jede Modifi tion der Nahrungsstoffe verwendet werden, welche auf etwa 15—18 Gra N aus Albuminaten 230 Gramm Kohlenstoff aus ⅔ Stärke und ⅓ Fett e hält.

Am kostspieligsten ist unter den Nahrungsmitteln das Fleisch. Es wird zweckmä sein, seine Menge zu beschränken und das Fehlende mit Schwarzbrod, Bohnen- und Lins mehl zu ersetzen, welche durch ihren Eiweissgehalt sich empfehlen (über Schwarzb cf. unten).

Ernährung der Truppen im Krieg. Anders stellt sich die Frage für den Fall Truppenverwendung im Kriege. Die grossen Strapazen, welchen der Einzelne hier ausges ist, erfordern eine Vorbereitung des Körpers zur Erzeugung möglichst grosser Körperkraft möglichst geringer Körpermasse, um die Bewegungen mit dem geringsten inneren Wid stande ausführen zu können. Das gilt auch, wenn man möglichste schlagfertige Kriegstüchti keit der Truppen im Frieden beansprucht. Hier kommt also eine ganz andere Frage zur B antwortung, als sie uns bei der Beköstigung der Truppen im Frieden vorliegt. Während d vorzüglich eine Erhaltungsnahrung erforderlich war, da es weniger darauf ankam, den Ma für übergrosse Anstrengungen geschickt zu machen, müssen wir uns hier nach Mitteln dem Schatze der Ernährungsgesetze umsehen, welche den zwar gesunden, aber vielleic

ırmen oder gemästeten Körper des **Rekruten** zu einem für den Kriegsdienst taug- muskulösen und arbeitsfähigen umwandeln. Wir wissen, dass dieses nur geschehen ei kräftiger Arbeit durch reichliche Zufuhr von Albuminaten in der Nahrung. Das ;as eine für den Krieg taugliche Truppenernährung enthalten muss, ist eine bei weitem : Menge von Fleisch, als sie zur alleinigen Erhaltung des Organismus neben Fetten ılehydraten erforderlich wäre. Es muss möglichst in der Nahrung das Bestreben ob- die Muskelmasse und die im Säftestrom arbeitende Eiweissmenge zu vermehren. Am ässigsten würde es sein, soweit es thunlich ist, die Truppen im Felde auf das Regime ;lischen Faustkämpfer zu setzen, von dem wir erfahren, dass es vorzüglich aus , wie bei den Kämpfern des Alterthums — Rindfleisch, Beafsteaks — besteht. Fett oder die Kohlehydrate den Fleischansatz ermöglichen, dürfen aber auch sie na- besonders bei anfänglich mageren Körpern nicht fehlen.

r ursprünglich fettreiche Körper wird bei kräftiger Arbeit durch me Fleischnahrung an sich muskelreicher und fettärmer: stärker :weglicher.

· so vorbereitete Körper, dessen Muskelmasse und circulirende Säftemasse gesteigert m Stande, eine möglichst grosse Kraftanstrengung zu leisten. Bei der Arbeitsleistung :um Ersatz der dabei stattfindenden Körperverluste muss nicht nur die Eiweisszufuhr, ı auch die Zufuhr der Kohlehydrate und Fette eine gesteigerte sein, da bei der Muskel- besonders die Respirationsausscheidung eine sehr wesentlich gesteigerte ist. Diese ätze kamen in den letzten Kriegen praktisch zur Anwendung.

ch dem Reglement der **Deutschen Truppen** bestehen die **Kriegsportionen** aus:

	I. kleine:	II. grosse Portion:	Eiweiss: I.	Eiweiss: II.	Fett: I.	Fett: II.	Stärke: I.	Stärke: II.
ıder 500 Zwieback)	749	749	60	60	11	11	367	367
ohne Knochen (20% hen)	300[1])	400	47	63	24	26	—	—
. . . .	124	166	6	8	1	1	104	138
raupen	124	166	13	17	2	3	88	119
ılsenfrüchte	248	332	54	72	5	7	135	180
ehl	248	—	32	—	3	—	173	—
rtoffeln	1500	2000	22	30	30	40	350	466
bei Reis			113	131	36	39	471	506
- Graupen			120	139	37	41	456	487
- Hülsenfrüchten			161	195	40	44	502	547
- Mehl			139	—	38	—	540	—
- Kartoffeln			129	153	65	77	717	834
Im Mittel:			131	154	43	50	537	593.

:**Kriegsportion der österreichischen Truppen** besteht jetzt im Mittel aus :eiss, 60 Fett und 600 Stärkemehl.

Gegensatze zu den oben von Playfair gemachten Angaben bestand im zweiten Winter nmkriegs die **Ration des englischen Soldaten** aus: 680 Gramm Brod, 567 und Fett, 76 Reis, 680 Kartoffeln. Aus ärztlichen Mittheilungen ergibt sich, dass die ı in jener Zeit ein gemästetes Ansehen und eine sehr bedeutende Fettmenge im Unter-

Oder 249 geräuchertes Rind- oder Hammelfleisch oder 166 Speck, letzteren neben rüchten, bei denen **ohne Fleisch** der Eiweissgehalt schon 114 Gramm beträgt. r Speck enthält noch eine geringe Quantität Eiweissstoffe, so dass dadurch die mittlere menge erreicht wird.

hautzellgewebe erkennen liessen, welche für Ertragung niederer Temperaturen und nass-ten Wetters im Lagerdienste passend gewesen sein mag, bei Verwundungen und chirurgischen Operationen dagegen die Heilerfolge sehr beeinträchtigte durch die den Chirurgen bekannte geringe Neigung des Fettgewebes zu vernarben.

Anstatt des Brodes der Kasernenkost sind, da sie weit mehr Nahrungsmaterial in kleiner Masse enthalten, im Krieg Speck oder Fett und Erbsenmehl (Erbswurst) oder über-haupt Leguminosenmehl anzurathen. Auch das scharf getrocknete Brod: Zwieback ist zu empfehlen.

Gewöhnlich werden der Nahrung der Soldaten im Felde auch noch Spirituosen, be-sonders Branntwein und Tabak zugesetzt. Jener hat zweierlei Zwecke zu erfüllen. Mässig genossen gibt er bei kalter, besonders nasskalter Witterung ein behagliches Wärmegefühl und hebt schon dadurch die geistige Stimmung, auf die wir den Alkohol so energisch erhei-ternde Wirkungen ausüben sehen. Dabei steigert er das Kraftgefühl und lässt Müdigkeit leichter überwinden. Aus diesen Ursachen hält man den Alkohol für einen unentbehrlichen Bestandtheil der Feldkost, und es wurden unter Umständen, namentlich im Krimmkrieg auf russischer und englischer Seite, grosse Quantitäten davon täglich verabreicht. Doch liegt im Branntwein eine nicht zu verkennende Gefahr. Der Alkohol steigert bei jugend-lich kräftigen, gut verdauenden Individuen die Neigung zum Fettansatz, der für einen tüchtigen Soldaten nicht zu wünschen ist; dabei erfordert ein regelmässiger Alkoholgenuss, um die gleichen Wirkungen hervorzubringen, fort und fort eine Steigerung in der eingenom-menen Quantität, wodurch die schädlichen Folgen der chronischen Alkoholvergiftung zur Geltung kommen müssen. Am meisten wäre hier der chronische Magenkatarrh zu fürchten, der eine gute Ernährung und damit ein Gesund- und Kräftighalten der Mannschaft unmöglich machen würde.

Für einige Zwecke, welche man mit Alkoholgenuss zu erreichen strebt, ist entsprechen-der, ungefährlich und gewiss von nicht geringerer Wirkung Kaffee (und Thee), wenn der Soldat die Möglichkeit hat, Feuer zu machen. Wir kennen die belebende, kräftigende, ermunternde Wirkung dieser Getränke. Es ist nicht schwer, aus gutem Kaffee ein Extrakt zu bereiten, dem man Zucker zusetzen kann. Der Kaffee wird damit leicht transportabel; etwas heisses Wasser genügt, um aus ihm ein gutes Getränk herzustellen. Der Branntwein könnte dann zweckmässig auf die Zeiten verspart werden, in denen es für den Soldaten un-möglich ist, abzukochen.

Für solche Fälle soll der Soldat im Felde stets etwas bei sich tragen: eiserner Be-stand. Man hat das Verschiedenste angerathen. Mir scheint, dass ein gut verpacktes Stück Käse (250 Gramm), so dass es nicht zu viel an Wasser verliert, neben dem Zwieback oder Brod (750 Gramm), welches der Soldat bei sich führt, das entsprechende Surrogat für andere Nahrung wäre. Es ist mit einem Schluck Branntwein gewiss Das, was dem Soldaten am besten munden und den Stoffverbrauch vollkommen decken würde. Wir müssen übrigens bei allen derartigen Anforderungen bedenken, dass es auch bei starker Arbeit für den gesun-den, vorher gut genährten Organismus durchaus nicht nothwendig ist, dass er genau alle vierundzwanzig Stunden eine ausreichende Nahrung erhält. Das Wohlbefinden der Leute sinkt bei mangelnder Nahrung — abgesehen vom Hungergefühl, dem einige Schluck Branntwein und Tabak abhelfen können — zunächst gewiss besonders durch die psychi-sche Herabstimmung, die ein ohne Nahrungsaufnahme verstrichener Tag hinterlässt. Ein kräftiges Stück Käse zum Zwieback, oder nöthigenfalls allein, würde, auch wenn es wohl nicht zum vollkommenen Ersatz des Körperverlustes für den Tag ausreichen könnte, doch am ersten noch — da der Käse in dem Geruche grosser Nahrhaftigkeit steht — den psychischen Eindruck der genügenden Nahrungsaufnahme hervorbringen, auf den es hier vor Allem an-kommt. Diese Nahrung für den äussersten Nothfall könnte auch zweckmässig aus Fett — in einem Stück von sehr fettem geräuchertem Schweinefleisch: Speck — bestehen. Die gesun-den Soldatenmagen würden für seine Verdauung sorgen und der Körperverlust würde

urch vollständig gedeckt werden können. Es würde dazu nur etwa 220 Gramm Speck oder 80 Gramm Käse für den Tag erforderlich sein.. Die süddeutschen Soldaten verschmähen doch den Speck.

Ernährung in Anstalten und Familien.

Die Ernährung in Gefangenenanstalten ist gewöhnlich eine Hungerkost, wenn wir damit eine Kostmenge und Mischung bezeichnen, welche den Körper erst, wenn er schon auf eine geringe Organmasse herabgekommen ist, auf diesem herabgeminderten Zustande zu halten vermag. Es treten hier die Mängel einer Ernährungsweise noch weit greller zu Tage als bei dem Soldaten, dem schon der Besitz der Freiheit und Uniform noch anderweitige Nahrungsquellen eröffnet, die für den Gefangenen verschlossen sind, welcher, allein auf sein Kostmass angewiesen, die täglichen Ausgaben seines Körpers allein mit seinen täglichen Nahrungseinnahmen ins Gleichgewicht setzen muss. Der relative Nahrungsmangel, an den sich der Körper nur schwer und schlecht gewöhnt, ist in vielen Fällen der Grund, welcher die Freiheitsstrafe für so Manchen zu einer Todesstrafe macht.

Der Staat hat auch für diese Elenden nach Kräften zu sorgen, damit sie nicht noch elender gemacht werden, als das Gesetz es verlangt. In einem geordneten Staate muss das Gesetz, welches den Verbrecher verurtheilt, zugleich ihn schützen vor anderweitigen, durch die Strafe nicht beabsichtigten Beeinträchtigungen seiner Person. So nahe der Gedanke liegen mag, dass es für einen seiner Freiheit zur Strafe Beraubten nicht nöthig sei, gut und viel zu essen, ungerecht ist es, demselben seinen nöthigen Unterhalt vorzuenthalten. Die sitzende, eingeschlossene Lebensweise der Gefangenen mag früher den für sie angenommenen geringen Kostsatz wenigstens entschuldigt haben. Jetzt, da die Arbeit im Freien, besonders die Feldarbeit mit so vortrefflichem Erfolge in den Gefangenenanstalten eingeführt wird, sollte die Nahrungsmenge jedes Einzelnen dem Bedürfnisse eines Arbeiters genügen. Da bei Gefangenen jeder Zuschuss zu ihrer Nahrung wegfällt, so sollte ihr Kostsatz wohl sogar höher gegriffen sein, als der der Truppen in Friedenszeit. Das dort Gesagte gilt im Allgemeinen auch hier. Dabei ist in den gegebenen Grenzen auch auf eine dem natürlichen Geschmacke Rechnung tragende Zubereitung mit Zusatz der nöthigen Gewürze und Abwechselung in den Speisen zu sorgen, da nur so sich die Gesundheit der Verdauungsorgane erhalten lässt.

Nach Playfair beträgt die Kost der englischen Gefangenen etwa:

an Albuminaten . . . . . . 60 Gramm,
an stickstofffreien Stoffen . . . 430 -

Bei den bengalischen auf Hungerkost gesetzten Gefangenen beträgt die Albuminmenge in der Nahrung nur etwa 40 Gramm.

Die erstere Angabe ist nicht viel geringer, als die für den englischen Landbauer und die ärmsten Klassen in Norddeutschland.

Nach Böhm erhält in der Strafanstalt in Luckau der schwer arbeitende Gefangene eine Morgensuppe aus (auf Gramm umgerechnet 1 Loth = 15,62 Gramm) 62,5 Gramm Roggen- oder Gerstenmehl (mit geschmackverbessernden Zusätzen), die Abendsuppe enthält noch ausserdies 25cc Milch oder 15,6 Gramm Butter, oder sie besteht aus 140 Gramm Roggenbrod und 15,6 Gramm Gerstenmehl. Mittags z. B. 109 Gramm Bohnen, 1170 Gramm Kartoffel und 1915 Gramm Gerstenmehl, oder Erbsen mit Kartoffel, Linsen mit Kartoffel (oder abwechselnd Rübenarten, Buchgrütze, Graupen, aber niemals Fleisch). Daraus ergibt sich (Böhm) im Mittel für den Tag 70—78,5 Gramm Eiweiss, wenn man noch das tägliche Roggenbrod mit 583 Gramm zurechnet.

Der preussische Gerichtsgefangene erhält 750 Gramm Roggenbrod, 8 Gramm Salz und 375cc dick gekochter, mit frischem Fett geschmalzter Suppe, mit deren Ingredienzen täglich nach einer für die Woche anzustellenden Reihenfolge abzuwechseln ist. Böhm berechnet daraus 60 Gramm Albuminate. Individuen, deren Gefängnissstrafe die Dauer von 4 Tagen

nicht übersteigt, erhalten dagegen täglich nur 500 Gramm Roggenbrod, 5,3 Gramm Salz un der oben bezeichneten Suppe. »Bei Wasser und Brod« Eingesperrte erhalten täglich 1 Kilo Roggenbrod und 15,6 Gramm Salz, also auch etwa 60 Gramm Albuminate, während die fü Zeit Eingesperrten nur etwa 40 Gramm Eiweiss täglich erhalten. Nach der zweiten könnten im Tage nur 12 Gramm Harnstoff gebildet werden — 6,2 Gramm N —, w täglichen Eiweissbedürfniss auch bei sehr geschwächtem, aber doch gesundem Körper entsprechen kann, da die Harnstoffausscheidung eines gesunden Mannes sicher nich mindestens einige 20 Gramm in 24 Stunden herabsinken darf. Es muss also immer so weiss gegeben werden, um eine so grosse Ausgabe zu decken. HAUGHTON bestimmte d an englischen Gefangenen bei ausschliesslich vegetabilischer Diät wirklich n Gramm Stickstoff als Ausscheidung (im Harn). Im Zellengefängnisse Pentonville in l erhalten die Gefangenen folgende, durch mehrmaligen Wechsel geprüfte Nahrung nacl Berechnung:

		Eiweiss:	Fett:	Stärkemel
Fleisch (ohne Knochen 20%)	114	25	1	—
Brod	570	47	—	252
Fleischbrühe	284cc	—	—	—
Kartoffeln	654	17	—	135
Haferschleim	568cc	2	—	9
mit Hafermehl	14			
und Syrup	21	—	—	21
426cc Cacaotrank mit Cacaoschalen	21	—	—	—
und Syrup	27	—	—	27
Milch	57	3	2	2
		94	3	446

F. W. BENEKE machte zahlreiche Untersuchungen über die Kost der Pfleglinge I. Klasse in der Irrenanstalt zu Marburg a. d. L. Die Kostsätze sind beide gewiss zu Die I. Klasse erhielt im Mittel pro Tag 179 Gramm Eiweiss, 149 Gramm Fett, 489 (Kohlehydrate; die II. Klasse: 133 Gramm Eiweiss, 74 Gramm Fett, 504 (Kohlehydrate.

Die Nahrung der heranwachsenden Jugend in Erziehungsanst und Familien hat für reichlich Fleisch und nicht zu wenig Fett zu sorgen, um das er liche Stoffquantum in möglichst geringer Masse reichen zu können, und die jugen Magen nicht zu überladen. Hier kann mehr individualisirt werden, und ein aufmerk pflichttreuer Director oder Familienvater, der den Mahlzeiten der Kinder selbst bei kann wohl dem zu Fettansatz neigenden mehr Fleisch und weniger stickstofffreie Na dem Mageren und dadurch Schwächlichen mehr Fett neben einer gehörigen F portion geben.

Bei heranwachsenden und erwachsenen Mädchen und Frauen ist ein genü Fleischgenuss zur Entwickelung der Muskulatur sehr anzurathen; doch sind in ihrer N — wenn nicht eine abnorme Neigung zur Fettbildung bemerklich wird — die fettbil Substanzen wie Fett, Brod, Mehlspeisen, Zucker etc. nicht absichtlich zu beschränken, Lebensberuf eine überwiegende Ausbildung des Muskelsystems nicht verlangt und ein siger Fettreichthum die Möglichkeit der mütterlichen Ernährung des Neugebore steigern vermag.

Es wird nicht schwer sein, aus dem bisher Gesagten sich in dem einzelnen Falle z zufinden, wenn es gilt, die Ernährungsgesetze zu einem gewissen, bestimmt form Zwecke zu verwerthen. Immer wird sich die Frage auf sehr einfache Gesichtspunkte z führen lassen.

Die Ernährungsart als Krankheitsursache. Ernährung der Armen.

Ein rel. Uebermaass von Kartoffeln, Brod und ähnlichen stickstoffarmen Nahrungs-
teln ohne genügenden Eiweisszusatz zur Nahrung, wie es häufig nicht nur aus Armuth
ssen wird, macht den Körper verarmen an Eiweiss und Fett und häuft Wasser in ihm
wie z. B. auch aus dem obigen Beispiel von stickstofffreier Kost bei dem Menschen (S. 225)
chtlich ist.

Von v. Pettenkofer ist auf den Wasserreichthum der Gewebe des Körpers als
eine disponirende Ursache für Erkrankung an Cholera hingewiesen worden. Wenn wir
Todtenlisten dieser verheerenden Krankheit betrachten, so finden wir unter ihren Opfern
Allem die unterste, ärmste, man könnte sagen hungernde Volksklasse, so dass man die
era »eine Krankheit der Armen« hat nennen können. Ebenso sehen wir abgearbeitete,
müde Individuen dieser Krankheit erliegen, während andere, welche sich, die Ermü-
g abgerechnet, in den gleichen äusseren Verhältnissen befinden, davon verschont blei-
Es wird dieses Verhältniss besonders bei dem Militär bemerklich, bei dem nach
en, anstrengenden Märschen etc. die Disposition zur Erkrankung zunimmt. Auch Alte
Kinder zeigen eine hervorragende Cholerasterblichkeit. Alle die genannten Kategorien
Bevölkerung zeigen, wie v. Pettenkofer im Anschluss z. Thl. an meine Bestimmungen
ssergehalt der Organe im Alter S. 221) bemerkt, übereinstimmend einen erhöhten Wasser-
alt der Gewebe, der dieselben für krankhafte Zersetzungen zugänglicher macht.

Nach den Beobachtungen an Thieren und Menschen ist es besonders eine rein vege-
bilische Nahrung, welche den Körper wässerig macht. Er kann dann rund und wohl-
t erscheinen; seine Fülle besteht aber nur in einer Anhäufung von Wasser. Dieses
ene« Aussehen, dieser »Kartoffelbauch« kann durch eine kräftige Nahrung, in welcher
sstoffe vorwalten, in ein weniger volles aber gesundes umgewandelt werden. Bei Be-
des Fleischgenusses geht das angesammelte Wasser in Strömen aus dem Organismus im
weg, so dass die reichere Ernährung zu Anfang mit einem Gewichtsverlust verknüpft ist
nährung mit Fleisch). Auch der Hunger, der die Gewebsstoffe verzehrt, bereichert
procentisch an Wasser.

Wir sehen, dass die arme Bevölkerung unter diesen Umständen, der vegetabilischen Nah-
und des Hungerleidens, einen höheren Wassergehalt der Organe erkennen lassen muss.
Nach meinen Beobachtungen steigert die Muskelanstrengung ohne genügenden Er-
durch Nahrung den Wassergehalt des Muskels, der die Hauptmasse des Körpers ausmacht,
chtlich, so dass also auch übermässige Arbeit und Anstrengung den gleichen Erfolg, wie
beiden oben besprochenen Einflüsse besitzen; sie werden am verderblichsten, wenn sie
alle zu einem Gesammtresultate vereinigen.

Es war längst bekannt, dass der kindliche Organismus in seinen Geweben wasser-
er ist, als der erwachsene. Ich habe erwiesen, dass der scheinbar »vertrocknete«
per der Alten sich darin dem jugendlichen Organismus analog verhält.

Die bisher mitgetheilten Ernährungsgesetze geben die Mittel an die Hand, diesen Wasser-
thum zu verringern.

Um sich allein mit Gemüsen wie Kohl oder Rüben zu erhalten, bedürfte ein Mann im
etwa 10 Kilo, von Kartoffeln 4500 Gramm! Wirklich verzehrt nach Buckle in Irland
Arbeiter täglich 4300 Gramm, eine Arbeiterin 3400 Gramm, ohne dadurch gut und
g genährt zu erscheinen, obwohl noch Brod und eiweissreichere Nahrung dazu gegessen
l, z. B. Milch, Buttermilch, Käse, Häring etc. Ganz analog ist es bei der
toffeln essenden Bevölkerung Norddeutschlands. Hier ist die Kartoffel kein
n, die Ernährung liesse sich mit denselben Kosten verbessern, wenn für einen Theil der
ffeln andere eiweissreichere und fettreichere Nahrung (namentlich Käse) gekauft würde.
dann fehlt das gewohnte Gefühl der Magenauftreibung, das fälschlich als Sättigung be-
tet und verlangt wird.

Ganz ähnlich ist es übrigens auch mit der vorwiegenden Ernährung mit Bro namentlich mit dem als nahrhaft geltenden Schwarzbrod aus grobgemahlenem Mehl, w chem Kleie beigemischt ist. Panum und Heiberg erklären, dass das Beibacken von Kleie z Brod nur dem Bäcker Vortheil bringt. Während von Roggenbrod 90% wirklich verdaut w den, werden von grobkörnigem Kleienbrod (Pumpernickel) nur 80% (Ad. Mayer). menschlichen Verdauungsorgane sind nicht im Stande, die Eiweissstoffe des grobgemahl Mehles genügend auszunützen. Von Weissbrod aus feinem Mehl bleiben dagegen 5,6% unverdaut. Mayer fordert zur genügenden Ernährung eines Erwachsenen 932 trock = 1561 Gramm frische Semmeln, 807 trockenes = 1502 frisches Roggenbrod und 1172 troc nes = 2096 frisches Kleienbrod (Pumpernickel).

Die Ausnützbarkeit der Mehlfrüchte bei der Verdauung steht im g raden Verhältniss zur Feinheit des daraus hergestellten Mehles. Lin Bohnen, Grütze, gebrochenes Getreide etc. sind daher weit weniger »nahrhaft«, d. h. w voll für die Ernährung als aus diesen Früchten hergestelltes möglichst feines Mehl (S.

Fettleibigkeit und Magerkeit.

Es kommt sehr häufig vor, dass der Arzt zur Beseitigung der Fettleibigkeit oder Mag keit zu Rathe gezogen wird. Die Grundsätze der beiden rationellen Behandlungsarten im Vorausgehenden schon angegeben.

Die vielfach besprochene Banting-Kur gegen Fettleibigkeit besteht vorzüglich dar dass man möglichst viel eiweisshaltige Stoffe (Fleisch) und wenig Fett und Kohlehydrate Nahrung erlaubt. Durch die reichliche Eiweisszufuhr sucht man nach Voit möglich »circulirendes Eiweiss« in dem Körper anzuhäufen, unter dessen Einfluss die Zerset grösse wächst und vom aufgespeicherten Fett verbrannt wird. Dadurch ändert sic wir z. B. aus meinen Fleischversuchen (S. 216) wissen, die Körperzusammensetzu Menschen sogleich durch Fettverlust, anfänglich langsam, später immer rascher. dem Fettverluste geht bei genügender Muskelthätigkeit ein Muskelansatz (Fleischans her. Die Fleischmengen der Nahrung hat allein der Appetit zu regeln, doch müssen sehr gross sein. Es ist zweckmässig, den Gewichtsverlust bei solchen Kuren mit der W verfolgen zu lassen, da die Beobachtung des Erfolges die Kur, die doch an sich lästig is freulicher macht. Die Banting-Kur verbietet Bier, mit Fett gekochtes Gemüse, Brod. Si stattet nur sehr mässige Mengen trockenen Zwiebacks und leichten Wein.

Nach dem entgegengesetzten Principe muss die Kost der fettreicher zu machenden regelt sein. Hier müssen neben genügend Fleisch vor Allem wirklich Fett, Butter, Sch aber auch Zucker und Stärkemehl etc. vorwalten. Besonders wird Butterbrod anzur sein, um zwischen den Hauptmahlzeiten genossen zu werden, ebenso Bier. Hier auch der Leberthran, das Arrowroot etc. neben den eiweisshaltigen Nahrungsmitteln ihrem Platze.

Ist der Appetit sehr gering, so muss die zu reichende Nahrungsmenge möglichst im wichte und Volumen beschränkt werden; am besten dient dazu das Fett. Oft wird But brod noch vertragen und gern gegessen, während andere Nahrung verschmäht wird. A süsse, eingemachte Früchte mit viel Zucker und Aehnliches thun hier gute Dienste. Allem aber wende der Arzt sich gegen das Vorurtheil des Suppengenusses. Ein Teller Flei brühsuppe stillt meist das Essbedürfniss in den betreffenden Fällen vollkommen und doch nicht. Man lasse bei jeder Mahlzeit zuerst etwas consistente Nahrung mit möglichst Fett oder Zucker nehmen, soweit es der Magen ohne Störung verträgt. Dann erst zweckmässig eine Tasse Fleischextraktsuppe gereicht, um die belebende Wirkung auf Befinden, die die Suppe hervorbringt, das Gefühl der Kräftigung mit den übrigen güns Wirkungen derselben hervorzurufen. An Stelle aller »nahrhaften« Thee's etc. ist wirkl Nahrung zu setzen.

Bei dem Menschen kommt es selten auf den Fettansatz als solchen an. Bei Thieren ist der Fettansatz bei der Mästung neben dem Fleischansatz das Wichtigste. LIEBIG hat bekanntlich nachgewiesen, dass bei den Herbivoren die im Futter eingeführte Fettmenge nicht, wie DUMAS und BOUSSINGAULT behauptet hatten, hinreiche, die Fettmenge, die bei der Mästung (oder Milchbildung) erzeugt wird, zu erklären. Es muss sonach das Fett im Körper des Pflanzenfressers aus einer anderen Substanz: aus Kohlehydraten oder Eiweiss entstehen. LIEBIG neigte sich der ersteren Ansicht; eine Anzahl neuerer Physiologen glauben, dass sich an der Fettbildung bei Mästung und Milchbildung auch das Albumin betheilige; VOIT, SUBBOTIN u. A. theilen dem Eiweiss allein diese Rolle zu, VOIT nach Beobachtungen, die er gemeinsam mit PETTENKOFER am Hunde und allein an einer Milchkuh angestellt hat. Die oben angeführte Beobachtung über die nöthige Relation der Eiweissstoffe zu den stickstofffreien Futterbestandtheilen zur Mast (und Milchbildung) erklärt VOIT daraus, dass zur Mästung möglichst wenig »circulirendes Eiweiss«, das den Stoffumsatz steigert, gebildet werden müsse. Diese Relation müsse nach dem jeweiligen Körperstand des Mastthieres verschieden sein. Die Akten über die Fettbildung sind aber noch keineswegs abgeschlossen, worauf schon an mehreren Stellen hingedeutet wurde, die Betheiligung der Kohlehydrate an der Fettbildung keineswegs widerlegt.

Die Bienen bilden Wachs aus Kohlehydraten, wie die Untersuchungen von ERLENMEYER und v. PLANTA-REICHENAU mit Sicherheit ergeben haben.

Krankenkost.

Es mag hier noch daran erinnert werden, dass für Kranke das Infusum carnis (mit 1% Eiweiss) und der frisch ausgepresste Fleischsaft (6—9% Eiweiss) die am leichtesten verdauende albuminhaltige Nahrung darstellt. Natürlich muss noch möglichst mit Kohlehydraten nachgeholfen werden; wenn Leberthran vertragen werden sollte, wäre er gute Zusatz, ausserdem Arrowroot, auch Compote mit Zucker etc., Fleischbrühen in solchen Flüssigkeitsquantitäten, dass sie den an sich geringen Appetit für andere Nahrung möglichst wenig beeinträchtigen. Die Nahrung muss gut gesalzen sein. Als Nervenmittel neben Fleischbrühe namentlich Kaffee und schwarzer Thee, Wein, etc. Gutes Bier hat oft vortreffliche Wirkung, da es auch die Verdauungsstärke des Magens ... Ueber Molke, Kräutersäfte etc. cf. oben. Ein abgemagerter Reconvalescent setzt bei einer kärglichen Diät schon an und kräftigt sich, mit der er in gesunden Tagen darbt. Mit seiner Kräftigung steigt sein Nahrungsbedürfniss (s. oben).

Unter Umständen sehr wirkungsvoll ist eine von J. v. LIEBIG veröffentlichte Vorschrift eines Nahrungsmittels für Kinder und Altersschwache. Das Nahrungsmittel ahmt die Milch nach, als deren Ersatz sie vor Allem gedacht ist: »doppelt concentrirte Kindermilch«. Es enthält neben einer geringen Menge wirklicher Milch alle nährenden Bestandtheile derselben. Ein Zuckerzusatz findet nicht statt, da die Stärke des Weizenmehles durch das beigegebene Malz in Zucker verwandelt wird.

Die Mischung besteht aus:

17,5 Gramm feines Weizenmehl,
17,5 - gemahlenes Weizenmalz (auf der Kaffeemühle gemahlen),
30 Tropfen kohlensaures Kali (die Lösung besteht aus 8 Theilen Wasser auf 1 Theil kohlensaures Kali),
175 Gramm Milch,
32 - Wasser.

Diese Mischung wird zuerst auf gelinder Wärme (60—70° C.) längere Zeit erhalten, bis die Stärke durch das Malz in Zucker verwandelt ist, dann gekocht und durch ein feines Haarsieb getrieben. Der Geschmack ist angenehm süss, durch den Malzgeschmack noch gebessert. Es wird selbst von neugeborenen Kindern gern genossen und meist mit dem trefflichsten Erfolg, doch muss es für solche auf das doppelte Volumen mit Wasser verdünnt werden.

Die Zubereitung gelingt bei einigem Aufmerken leicht. Man darf nur anfänglich die Hi nicht zu sehr steigern, bis der Geschmack deutlich und stark süss wird. Nach neuerer V schrift kocht man zuerst das Mehl mit der Milch zu einem Brei gar, und setzt dann das etwa 2 Löffel kalten Wassers angerührte Malz zum heissen Brei, dessen Temperatur durch gehörig sinkt, so dass nun die Zuckerbildung an einem mässig warmen Ort reich vor sich geht. Der Brei wird nach und nach dünnflüssig und schmeckt dann deutlich s Ist beides eingetreten, so wird es aufgekocht und durch das feine Sieb getrieben. Man bed dann keiner Thermometerbeobachtung, wie nach der ersten Vorschrift.

F. W. Beneke hat sich bei Kindern, bei denen Ammenmilch und alle andere Kost nicht tragen wurde, von der günstigen Wirkung der »Revalenta arabica« überzeugt. Nach Ca Analyse dem Linsenmehle sehr nahestehend, zeigt es das Verhältniss der stickstoffhalti Nährstoffe zu den Kohlehydraten wie 1 : 2, während es in der Muttermilch wie 1 : 3,8—4 Dieses Verhältniss lässt sich durch Zumischen anderer feiner Mehlsorten (gleiche Mengen Linsenmehl und andern Mehlsorten) leicht erreichen. Die Mischung, mit Kochsalz und kalt Wasser angesetzt, wird etwa eine Stunde gekocht. Er beobachtete keine Blähungen. A. Strümpell rühmt als Krankenkost, nach sehr genauen Versuchen, den Werth des feinv theilten Leguminosenmehls, wie es von Hartenstein in den Handel gebracht wird, Suppenform. Es enthält in 100 Theilen lufttrocken: 3,3 N; 21,28 Eiweiss, 71,6 Kohlehyd 1,5 Fette und 2,8 namentlich phosphorsaure Salze. Es wird im Darm bis auf 8% seiner weissstoffe ausgenutzt, also mehr als Brod und fast ebenso stark wie Fleisch, während unenthülsten, ganzen Linsen bis zu 40% ihres Eiweisses unaufgenommen bl G. v. Liebig's (Sohn) Moltoleguminose leistet bei Säuglings-Ernährung gute Di F. Pentzoldt empfiehlt unter Zusatz von Salicylsäure, um die Gährung zu vermeiden, das P zeneiweiss des Leguminosenmehls durch Pepsin oder Pankreasferment in Pepton zu ve deln: 250 Grm. feinstes Erbsenmehl, 1 Liter Wasser, 1 Grm. Salicylsäure, 0,5 Grm. g Pepsin, 24 Stunden bei nicht über 30° C. unter öfterem Umrühren digerirt, dann colirt bei gelinder Wärme etwas eingeengt. Die Suppe sei durch passende Zusätze schm zu machen. Für Typhuskranke schlägt Bss eine Pepton-Traubenzuckerer rung vor, für den Tag: 100 Grm. Fleischpepton, 300 Grm. Traubenzucker, 20 Rum oder Cognac mit Wasser auf ein Volum von 600 cc verdünnt, davon mit gleichen Th Eiswasser gemischt zu nehmen.

Lebensalter und Ernährung. — Die Ernährungsverhältnisse werden bedingt du die Körperkonstitution und die Energie des Stoffumsatzes. Von der schwankenden chemisc und anatomischen Zusammensetzung des menschlichen Organismus in den verschi denen Lebensaltern, Geschlechtern und Konstitutionen war in dem Vorsteh den mehrfach die Rede. Diesen Schwankungen entsprechen ebenso bedeutende in der In sität des Stoffwechsels, welche theils in dem verschieden grossen Blutreichthum, mit dem Säftestrom auf- und abwärts schwankt, dem schwankenden Verhältniss der Verdauu organe zu den Bewegungsorganen und deren Thätigkeit S. 231 ihre Erklärung findet. Z Theil beruht sie aber auch auf der verschiedenen Qualität der Nahrung, grösse Energie der Blut- und Säftebewegungen u. a. Mit der Zunahme der Körpergr nimmt die Oberfläche, an der die Wärmeabgabe, Wasserverluste etc. stattfinden, rel ab. Ueber diese Verhältnisse sind die speciellen Capitel zu vergleichen. In der ers Lebensperiode sehen wir die absolute Intensität des Stoffwechsels erst rasch, d langsamer ansteigen, dann sehen wir sie zunächst mit Zunahme des Fettgehaltes des Orga mus (Geschlecht und Konstitution), dann mit zunehmendem, dekrepirtem Alter anfa rascher, dann langsamer sinken, entsprechend der Abnahme des Körpers an Organgew oder wenigstens an Gewicht der festen Organstoffe, Abnahme der Energie der Säfte- und B bewegungen, und der Blutverarmung. Anders verhält sich die relative Stärke Stoffwechsels, auf das Körpergewicht bezogen. Hier zeigen sich die Stoffwechselvorg am intensivsten im ersten Lebensjahre, von wo an sie relativ erst etwas schneller, dann la

verbrauch geltend, er ist bei normaler Ernährung durch Muttermilch um mehr als grösser als bei dem angestrengtesten Arbeiter.

nothwendige Nahrungsmenge vermindert sich relativ mit dem zunehmenden Alter des, stets bleibt sie aber im Verhältniss bedeutender als für den Erwachsenen.

FORSTER bestimmte für ein wohlgenährtes $1\frac{1}{2}$ Jahre altes Kind in der täglichen gen Nahrung: 36 Eiweiss, 27 Fett, 151 Kohlehydrate. HILDESHEIM rechnet auf Kinder 10 Jahren im Tage 69 Eiweiss; 21 Fett; 210 Kohlehydrate. C. VOIT berechnet aus der s in sanitärer Beziehung mustergiltigen Münchener Waisenhauses für Kinder im Alter —15 Jahren am Tage: 79 Eiweiss; 35 Fett; 251 Kohlehydrate. Ein Kind von 10—11 wiegt etwa 23 Kilogramm. Der Eiweissverbrauch für einen Erwachsenen beträgt in den etwa 2 Gramm Eiweiss für 1 Kilogramm Körpergewicht, für das heranwachsende 1 = 70% mehr. Der Fettgehalt der Kindernahrung ist relativ doppelt so gross, als ihn ESCHOTT-VOIT'sche Kostsatz (S. 234, 235) für den Arbeiter fordert.

höheren Alter sinkt schliesslich bei Männern und Frauen ziemlich gleichmässig die rbeit in allen Körperorganen auf ihr relatives Minimum herab, damit sinkt auch der brauch immer tiefer, bis er wieder auf die absolute Grösse herabgekommen ist, wie dern am Ende des ersten Lebensdecenniums. Das Nahrungsbedürfniss eines Indivi- in Altersversorgungshäusern und in Erziehungsanstalten solcher Kinder sind ie gleichen. (Vergleiche darüber noch im Folgenden: Harnausscheidung und Thätig- chsel der Organe S. 213 etc.)

Nahrung mancher niederen Thiere, Holz, Haare, Federn etc., enthält dieselben Gruppen rungsbestandtheile (Albuminate und stickstofffreie Nährstoffe) wie die der höheren Die Haare werden vorzugsweise nur am weichen Wurzelende angegriffen.

IUS hat die Frage experimentell erörtert: wo kommt die Nahrung für die ethiere her? G. C. WALLICH hatte die Meinung ausgesprochen, dass den Rhizo- der Tiefsee die Fähigkeit zukomme, aus dem sie umgebenden Medium die elemen- estandtheile ihres Körpers abscheiden, d. h. sich nach Art der chlorophyllhaltigen ernähren zu können. MÖBIUS erklärt dagegen, dass nach Allem, was wir über die ung der Thiere auf dem Land und auf dem flachen Meeresboden wissen, wir anneh- issen, dass auch die Ausbreitung der Tiefseethiere hauptsächlich an die Gegenwart

sich von Moderstoffen lebende Thiere, welche dann selbst für andere, welche die M fresser verzehren, zur Nahrung dienen. Ueberall wo man in grossen Tiefen Thiere fand der Boden schlickig.

Nahrungsbedürfniss, Hunger, Durst.

Die Nahrungsaufnahme, an welche die Fortdauer des Lebens geknüpft ist, wurde den Gesetzen der Natur nicht der absoluten Willkür des Individuums überlassen. Die verwendet zur Sicherung der Erfüllung ihrer Hauptzwecke in der organischen Welt: d haltung des Geschlechtes und der Erhaltung des Einzelwesens, unwiderstehliche T welche instinktmässig zu den Handlungen, die dem Naturzwecke entsprechen, antreibe ihre regelrechte Ausübung lehren.

Eine Reihe eigenthümlicher Gefühle, die wir als Hunger und Durst kennen, vera den Menschen, Nahrung zu sich zu nehmen.

Die örtliche Hungerempfindung ist anfänglich auf den Magen beschränkt und schei Nervus vagus angeregt zu werden. Es sind drückende, nagende Gefühle, mit Beweg Zusammenziehen, Uebelkeit, Gasanhäufung, später mit Schmerzen verbunden. Der Gru Hungers liegt zweifellos in gewissen Veränderungen der sensiblen Magennerven, un wahrscheinlich durch die mangelnde Blutzufuhr zum leeren Magen beding scheint, dass, sobald die Blutmenge, welche durch die Kapillaren der Magenwand s unter eine bestimmte Grösse in der Zeiteinheit herabsinkt, die dadurch gesetzte Störu Nervenernährung zum Bewusstsein kommt. Es geht daraus hervor, dass jede stärke füllung mit Blut, welche die Magengefässe ausdehnt, das Hungergefühl unterdrückt, bei k hafter Kongestion ebenso wie durch Anfüllung des Magens mit Speisen, welche die D nerven reizt und stärkeren Blutzufluss erzeugt. Alles, was die Blutmenge des Körpers haupt vermindert, erzeugt normal auch Hunger: Muskelanstrengungen, Stoff luste (Samen-, Milch-, Eiterverlust), Wachsthum, Ansatz nach Kr heiten. Auch durch gewisse Eingriffe in die chemischen Vorgänge der Nerven ka Hungergefühl gestillt werden. Vor Allem sehen wir mit diesem Erfolge die Einführu wisser narkotischer Genuss- oder Arzneimittel verbunden: Tabak (Niko Opium, Alkohol; vielleicht wirken einzelne dieser Stoffe zugleich darum hungerst weil sie den Blutzufluss zu dem Magen steigern, letzteres ist wenigstens vom Alk dessen Missbrauch zu chronischer Kongestion der Magenschleimhaut führt, mehr als scheinlich.

Die Betheiligung des Nervus vagus am Hungergefühle ist durch Vivisectionen noc deutlich nachzuweisen gewesen. Hunde und Katzen fressen auch nach der Durchschn des Vagus am Halse noch. Man schliesst auf ihn als Hungernerven, weil er Empfindungen des Magens vermittelt. Bei hohem Grade von Hunger scheinen sich e auch die sensiblen Nerven des Dünn- und Dickdarmes mit an dem Hungergefühl zu b ligen. Sie vermitteln letzteres allein, wenn durch Behinderung des Magenabflusses der gefüllt ist, aber Nichts in den Darm gelangen kann, wobei dann doch das Bedürfnis Mehrzufuhr von Nahrung eintritt. Letzteres kann gestillt werden, wenn in den Dün Dickdarm Nahrung eingeführt wird (Tiedemann, Busch u. v. A.).

Ein Theil des Hungergefühls ist ein psychischer Vorgang. Es deprimi Geist, zur gewohnten Zeit keine Nahrung aufzunehmen. Dass wir es bei dem gewöhn Hunger Gesunder in vielen Fällen nur mit der unbefriedigten Gewohnheit der Nahru fuhr zu thun haben, ergibt die Thatsache, dass der Hunger rasch wieder verschwindet, zur gewöhnten Zeit keine Speisen genossen wurden. Alle intensive geistige Beschä unterdrückt, wie andere Empfindungen, auch den Hunger. Das Gefühl der Hinfälligk längerem Hunger ist zunächst weit entfernt, wahre Kraftlosigkeit zu sein. Bei meinen achtungen über den Hunger an mir selbst war das Befinden nach Schluss des ersten Hu tages noch vollkommen ungestört. Nach 44 bis 47 Stunden war nach unruhigem S

s Schwere im Kopf, Magendrücken und ziemliches Schwächegefühl vorhanden. Das rungsbedürfniss zeigte sich nicht mehr. Geringe Quantitäten getrunkenen ı Wassers erregten Brechneigung. Erst einige Stunden nach sehr geringer Nahrungs- r Kaffee) stellte sich normaler Appetit ein. Das Hungergefühl war nach etwa 80 Stunden er am lebhaftesten. Das Verschwinden des Hungers ohne Nahrungsgenuss zeigt, dass die sensiblen Magennerven schliesslich ermüden. Bei längerem Hungern stellt sich h wirkliche, immer mehr zunehmende Kraftlosigkeit ein, Abmagerung, Fieber, Irre- , die heftigsten Leidenschaften abwechselnd mit tiefster Niedergeschlagenheit. Der ı zieht sich zusammen, die Absonderungen werden immer spärlicher: Milch, Speichel, Gift der Schlangen, Eiter der Wunden (krankhafte Sekrete) werden nicht mehr abge- rt.

ie Versuche über die Lebensdauer hungernder Thiere und Menschen erge- dass warmblütige Thiere am wenigsten ausdauern. Niedere Wirbelthiere hungern aus- lentlich lange: ein Proteus anguineus lebte 5 Jahre lang in erneuertem Brunnenwasser. Wassersalamander, Schildkröten kann man Jahre lang ohne Nahrung erhalten, Schlan- albe Jahre (J. Müller); ein afrikanischer Skorpion lebte ohne Nahrung 9 Monate. Vögel 5—28 Tage, Hunde 25—36 Tage ohne Speise und Trank. Gesunde Menschen ertragen r und Durst gewöhnlich nicht viel länger als eine Woche, selten mehr als zwei Wochen, e, besonders Irre, viel länger. Bei Wasseraufnahme kann der Hunger länger ertragen n. Tiedemann führt Fälle an, in welchen Hungernde, welche Wasser geniessen konnten, d mehr Tage ausdauerten. Monate oder Jahre langes vollkommenes Fasten ist Betrug. he Krankheitszustände setzen aber das Nahrungsbedürfniss ungemein herab; besonders as gewisse Rückenmarksleiden, bei denen vielleicht an das Kaltblütigmachen von ethieren durch gewisse Rückenmarksverletzungen, wie Bernard gelehrt dacht werden darf. Bei alten, sehr wasserreichen Individuen ist das Nahrungsbedürf- ebenfalls ungemein gering, entsprechend dem sehr verminderten Gewebsumsatz. Sehr würdig ist die Bemerkung Magendie's, dass, wenn man Thiere eine län.ere Zeit mit zum vollkommenen Ersatz unzureichenden Nahrungsstoffe gefüttert hat, mit dem allein letzt umkommen müssten, sie durch Herstellung ihrer gewöhnlichen Nahrung endlich mehr gerettet werden könnten. Das Thier frässe zwar mit Begierde, doch sterbe es etwa lben Zeit, bei der es bei dem theilweisen Hunger unter der vorigen Nahrung zu Grunde gen wäre. (Weiteres über Verhungern cf. oben S. 220 f.)

as Durstgefühl, welches uns zur Wasseraufnahme treibt, ist wie das Hunger- hl weder von der Acidität des Magensaftes noch von der Leerheit des Magens abhängig ICHET). Das Durstgefühl besteht in Empfindung von Trockenheit, Rauhheit und Brennen Munde, im weichen Gaumen und der Zungenwurzel. Durchtränkung und Befeuch- dieser Partien stillt den Durst, so dass daraus hervorgeht, dass die Durstnerven s? Glossopharyngeus? Trigeminus?) in jenen Schleimhautabschnitten endigen. Der Grund der Erregung der Durstnerven beruht zweifellos in Wasserentziehung aus Nervensubstanz. Sie kann durch allgemeinen Wasserverlust des Blutes durch iss, verstärkte Wasserabgabe in den Lungen oder durch den Harn nach starker Salzzu- ı dem Blute, welche die Harnabsonderung steigert, nach starken wässerigen Darment- gen eintreten, ebenso aber durch lokale Vertrocknung der dursterregenden Schleim- schnitte. So kann analog der Durst wie durch örtliche Befeuchtung des Rachens auch directe Einführung von Wasser ins Blut, z. B. durch Einspritzen, gestillt werden.

s schien früher unerklärlich, warum im Hungerzustande endlich das Bedürfniss nach keitsaufnahme schwindet. Abgesehen von der lokalen Einwirkung auf die Magen- haut ist hier aber an die Thatsache zu denken, dass durch Hunger die Gewebe wasicher werden, wie C. Voit an Katzen, ich an Fröschen gezeigt haben.

m Nahrungsbegehren steht entgegen das Gefühl der Sättigung und zuletzt das des s das Abscheues vor Nahrungsaufnahme, verbunden mit antiperistaltischen Magenbe- [illegible] Entleerung des Magens führen können: Erbrechen.

Das Gefühl der Sättigung ist sowohl ein lokales als ein allgemeines. Da: besteht in einem leichten Druckgefühl, von dem gefüllten Magen auf die Bauchdecken Zwerchfell hervorgebracht. In allgemeiner Beziehung äussert sich die Sättigung in der Kraft, verbunden mit Heiterkeit und Bonhommie. Die Uebersättigung ist d eine krankhafte Erscheinung wohl zu trennen: sie zeigt sich in vermehrtem, empfin Magendrücken und im Gefühl der Völle, allgemeiner Abgeschlagenheit, Müdigkeit, U Bewegungen und geistigen Beschäftigungen, Missmuth. An einer früheren Stelle wurde diese Erscheinungen erwähnt und auf die Anwesenheit gewisser Stoffe: Ermüdungs im Blute zurückgeführt (Milchsäure, Kalisalze etc.), welche in geringen Mengen erreg grösseren ermüdend wirken. Mit dem Gefühl der Sättigung hört das Verlangen na rungsaufnahme auf; bei Uebersättigung erregt die Erinnerung an Speisen durch Ger ein Ekelgefühl, das bis zur Brechneigung steigen kann. Es scheint, dass diese des Ekels, das deutlich vom Magen ausgeht, theilweise in einer Ueberreizung der nerven durch übermässige Blutzufuhr beruht. Bei der Darreichung von Ta stibiatus in brechenerregender Dosis, auch subkutan eingespritzt, tritt eine bed Blutkongestion gegen die Magenschleimhaut ein, die (bei Fröschen) bis zum Blutergus Magen steigen kann. Für diese Annahme spricht auch, dass sich das Gefühl der Sä Uebersättigung, des Ekels eines aus dem andern ohne scharfen Uebergang entwickelt, alle aus derselben Ursache in verschiedener Stärke einwirkend erklärt werden müs anderen Fällen beruht das Ekelgefühl, wenigstens die Brechneigung, sicher auf reflekt Reizen. Kitzeln der Rachenhöhle, Schleimanhäufung an dieser Stelle, gewisse Ge und Geschmackseindrücke etc. wirken auf diesem Wege.

Man nimmt an, dass der Genuss einiger besonderer Speisen Hunger erregen Man hat diesen Vorgang bisher meist missverstanden. Da das Verschwinden des Hu fühles unter Umständen auf einer Art von Halbparalyse der Hungernerven so kann der Hunger in diesem Falle dadurch erregt werden, dass durch anfänglich normale Lebensreize die Erregbarkeit der Nerven wieder erhöht wird. Beispiele liefern u. A. Beobachtungen bei Hunger S. 249. Jedem ist bekannt, dass bei gesundem Hung den ersten Bissen der normale Appetit nicht abnimmt, sondern steigt. So ist die A reizung durch gewisse leichtverdauliche und die Magenthätigkeit anregende Gericht Austern, zu verstehen.

Untersuchungsmethode.

Die Methode ist schon oben im Allgemeinen skizzirt worden (S. 216 f.).

Auf die Umsatzverhältnisse im thierischen und menschlichen Organismus kann r rückschliessen vor Allem aus den beobachteten Quantitäten der den Körper durch die A dungsvorgänge verlassenden Stoffe. Schon LIEBIG hatte den Satz ausgesprochen, da dem Umsatze stickstoffhaltiger Körperbestandtheile entstammender Stickstoff im wiedererscheine, dass wir in dem Stickstoffgehalt (Harnstoffgehalt) des Harnes dem Maass für diese Umsetzungen haben. Durch die Arbeiten von BISCHOFF, PETTENKOFER u auf welche sich das in dem vorstehenden Capitel Angegebene, abgesehen von meine suchungen, vor Allem stützt, ist dieser Satz für den Fleischfresser (Hund) bestätigt von letzterem Autor noch für andere Thiere, Katzen, Taube; von HENNEBERG für Ochs mir für den Menschen. Wir haben also in der Bestimmung des Stickstoffs im H welcher LIEBIG die bekannten leicht auszuführenden Bestimmungen des Harnstoffes Gesammtstickstoffs schuf, ein Mittel, den Eiweissverbrauch im Körper zu kontroliren. derHarn dazu natürlich für dieBeobachtungszeit vollkommen gesammelt und untersucht

Der grösste Theil des Kohlenstoffs, der in den zersetzten stickstoffhaltigen bestandtheilen enthalten war, geht als Kohlensäure in der Respiration weg. Ein gering verlässt den Körper im Harne. Aus der Menge des Kohlenstoffs der Respiration, der in I tionsapparaten aufgefangen werden kann (für Menschen und grössere Thiere mit dem

apparate von M. v. PETTENKOFER), kann man ersehen, im Vergleich mit der während derselben Zeit ausgeschiedenen Stickstoffmenge, ob die erstere z. B. allein von Eiweiss und anderen stickstoffhaltigen Körperstoffen oder neben diesen von stickstofffreien: Fett u. a. stammen könne.

Die Einheit der Untersuchungsperioden ist gewöhnlich ein Tag = 24 Stunden.

Bei den Versuchen kommt selbstverständlich Alles auf Genauigkeit der quantitativen und qualitativen chemischen Bestimmungen der Nahrungsstoffe und Exkrete an.

Aus dem im Text Mitgetheilten geht das Uebrige zur Genüge hervor.

Auf Ansatz von Eiweissstoffen, als Repräsentanten aller stickstoffhaltigen Körperstoffe, schliesst man gewöhnlich, wenn im Harn und Koth weniger Stickstoff erscheint, als in der Nahrung gereicht wurde; auf Abgabe, wenn in den Sekreten mehr auftritt, als in den Nahrungsstoffen enthalten war, oder wenn, wie im Hunger, der Organismus im Harne Stickstoff abscheidet, ohne dass er überhaupt von Aussen Nahrung erhalten hätte.

Analog ist es bei dem Fett, auf dessen Verbrauch im Hunger man schliesst, wenn mehr Kohlenstoff ausgeschieden wird, als der aus dem Stickstoffgehalt des Harnes gerechneten Eiweisszersetzung entspricht, z. Th. stammt der Kohlenstoff dann natürlich auch aus den Kohlehydraten des Körpers (Glycogen, Zucker etc.). Aehnlich ist es bei Nahrungsaufnahme, wo auch der Vergleich des Kohlenstoffgehaltes der Nahrung mit dem der Körperausscheidungen ergibt, ob ein vollkommener Ersatz durch die Nahrung oder eine Mehrabgabe von Körperstoff oder ein Stoffansatz stattgefunden habe. Die bei den Ernährungsversuchen gegebenen Beispiele dieser Berechnung werden das Princip anschaulich gemacht haben.

Für den Arzt kann es vom grössten Interesse sein, den Umsatz der Körperstoffe unter verschiedenen Umständen bei Gesunden und Kranken, bei wechselnder Nahrung und Arzeneien etc. einer Untersuchung zu unterwerfen. Man begnügte sich vor den BISCHOFF-VOIT'schen Untersuchungen meist damit, den Harnstoffgehalt nach der LIEBIG'schen Methode (siehe Harn) zu bestimmen. So werthvoll derartige Bestimmungen z. B. für den Umsatz bei Hunger, im Fieber etc. geworden sind, so können über die Mehrzahl der betreffenden Fragen doch nur genau angestellte Untersuchungen aller Exkrete auch die Kohlensäure mit gleichzeitiger Berücksichtigung der Sauerstoff- und Nahrungseinnahmen zutreffende Antworten ertheilen.

Für die Anstellung solcher Versuche ist zu merken, das frisches Fleisch von ungemästeten Thieren, das man zuerst mit dem Messer, dann ganz sorgfältig mit der Scheere von allem sichtbaren Fett, gröberem Bindegewebe, Gefässen, Nerven befreit hat, wozu man es in kleine Stückchen zerschneiden muss, nach VOIT einen ziemlich gleich bleibenden Stickstoffgehalt besitzt, so dass jedesmalige Analysen nicht nothwendig sind. Man muss aber das Fleischgewicht, das zur Ernährung dienen soll, roh bestimmen, da das gebratene oder gekochte) Fleisch in seinem Stickstoffgehalt Differenzen von mehreren Procenten ergibt, weil der Wasser- und Fettgehalt in den verschiedenen Partien desselben Stückes verschieden wird. Schmalz und Stärkemehl können mit einen Tag altem rindefreiem Zucker-Brod (man muss die Rinde abschneiden, die keinen konstanten Wassergehalt hat) als weitere Nahrungsmittel von bekannter Zusammensetzung dienen. Butter schwankt sehr im Caseïn- und Wassergehalt, Kartoffeln nach der letzteren Richtung. Eiereiweiss kann auch als Nährsubstanz mit verwendet werden. Es hat nach LEHMANN roh 8,40% feste Stoffe, von denen 12 Albumin sind, das Uebrige sind Extraktivstoffe und Salze. Aus diesen Substanzen setzt man die Kost des Ernährungsobjectes zusammen, indem man das Fleisch mit dem Schmalz in der Pfanne brät und aus Stärkemehl, Eiweiss, Wasser, Salz und Fett eine einfache Mehlspeise: Pfannkuchen oder »Schmarren« bereiten lässt. Die zur Zubereitung der Speisen benutzten Gefässe müssen gut ausgekratzt werden, da es darauf ankommt, alle Stoffe daraus auch wirklich zu erhalten. Die Quantitäten sind oben angegeben. Der menschliche Körper setzt sich mit ausreichender Nahrung in wenig Tagen ins »Stickstoffgleichgewicht« (VOIT). Ist das eingetreten, wird ebensoviel Stickstoff im Harn und Koth bestimmt, als in der Nahrung enthalten ist, so können nun Einflüsse auf die Ernährungsweise studirt werden. Im Koth, dessen Stickstoffgehalt berechnet werden kann,

muss meist wenigstens eine Wasserbestimmung gemacht werden. Die Methoden der H analyse vergleiche man bei Harn. Den Koth, der auf die Versuchstage trifft, grenzt dadurch ab, dass man mit der letzten Nahrung vor Anfang und Ende des Versuchs Preis beeren geniesst, die im Koth unverdaut abgehen und den auf einen bestimmten Tag fenden Koth erkennen lassen.

Zur Berechnung bei den Ernährungsversuchen dienen die folgenden Tabellen übe frische und bei 100 % trockene Substanz (Bischoff und Voit, J. Ranke):

	Wasser	Feste Stoffe	Kohlenstoff		Wasserstoff		Sauerstoff		Stickstoff		Sa
			trocken	feucht	trocken	feucht	trocken	feucht	trocken	feucht	trocken
Eiweiss, trocken . .	—	—	54,96	—	7,15	—	21,73	—	15,18	—	0,36 S
Fleisch	75,90	24,10	51,95	12,52	7,18	1,73	21,37	5,15	14,11	3,40	5,39
Brod, schwarz, am 2ten Tag, ohne Rinde	46,35	53,65	45,41	24,36	6,45	3,46	41,63	22,33	2,39	1,28	4,12
Fett (Schmalz) . .	—	—	79,00	—	11,00	—	10,00	—	—	—	—
Kartoffelstärkemehl (lufttrocken) . . .	15,79	84,21	44,20	37,22	6,70	5,69	49,10	41,35	—	—	—
Harnstoff	—	—	20,00	—	6,66	—	26,67	—	46,67	—	—
Harnsäure	—	—	35,72	—	2,38	—	28,57	—	33,33	—	—
Koth des Menschen bei reiner Fleischkost (salzfrei) . .	—	—	54,70	—	—	—	—	—	12,20	—	11,9
Koth des Menschen bei gemischter Kost (im Mittel) . . .	—	—	47,00	—	—	—	—	—	6,12	—	12
Stärke-Fettkoth des Menschen	—	—	54,8	—	—	—	—	—	—	—	—

Der Caseïngehalt der Butter schwankt zwischen 0,5 und 1,5 %, der Was gehalt zwischen 6 und 8 %. Lufttrockener Reis enthält 10 % Wasser und 1,3 % stoff. Kartoffeln enthalten etwa 75 % Wasser und 1,59 % Stickstoff in der trocken stanz und 3 % Salze.

Der Wassergehalt des Menschenkothes ist gewöhnlich 70 % für geballten fester Koth ergibt nur 63 %, breiiger 83 % Wasser.

[redacted]

	Wasser:	Eiweiss:	Fett:		
Karpfen	79,8	13,6	1,1		W.
Hecht	77,5	15,6	0,6		-
Lachs	75,7	12,1	4,9		-
Häring, gesalzen	48,9	17,5	12,7		-
Stockfisch,	47,0	31,5	0,4		K.
Schinken, geräuchert	—	30,0	32,0		
Pökelrindfleisch	—	16,0	8,0		
-	49,1	19,6	10,3		K.
Speck, geräuchert	—	5,0	80,0		
- -	10,7	2,6	77,8		K.
- -	3,7	1,7	94,5		V.
Rindsleber	56,0	16,3	3,2		W.
Kalbsthymus (Bries)	70,0	14,0	?		
Blut	79,3	19,4	0,2		W.
Hühnereier	74,7	12,1	10,4		-
-	71,1	15,4	12,5		H.
Kuhmilch, ganz	87,0	4,0	3,6	und 4,8 Zucker	W.
- -	87,1	4,1	3,9	- 4,2 -	V.
- -	87,2	5,4	3,0	- 3,8 -	H.
Abgerahmte Kuhmilch	90,0	4,0	0,5	- 4,8 -	W.
Buttermilch	90,3	3,4	1,0	- 5,0 -	-
Molken	93,0	0,8	0,4	- 5,7 -	-
Butter	12,0	0,3	86,7		-
-	6,0	0,3	90,0		K.
-	15,0	—	80,0		H.
-	7,0	0,9	92,1		V.
Fetter Käse	39,0	32,9	25,0		W.
- -	36,8	33,5	24,3		K.
Magerer Käse	40,0	43,0	7,0		W.

Aus dem Pflanzenreich:

	Wasser:	Eiweiss:	Fett:	Kohlehydrate: (Stärkemehl u. Zucker)	
Weizenmehl	12,6	11,8	1,2	73,6	W.
-	12,5	13,3	—	73,5	H.
Roggenmehl	14,0	11,0	1,6	71,9	W.
-	15,5	12,2	—	71,1	H.
Gerste, geschält	12,5	10,0	2,0	73,5	W.
- -	11,8	4,7	—	83,3	H.
Hafermehl	14,0	14,5	6,0	63,4	W.
-	14,2	11,2	6,1	68,5	K.
-	25,0	4,3	2,0	68,7	H.
Mais, geschält	13,5	11,0	7,0	67,6	W.
-	13,4	11,5	—	67,3	H.
Reis	13,5	7,5	0,8	78,1	W.
-	13,1	5,8	—	80,8	H.
Buchweizen, geschält	13,0	9,0	1,5	76,5	W.
-	12,7	2,6	0,9	81,8	K.
-	15,1	5,8	—	55,2	H.
Hirse, geschält	14,0	14,5	3,0	66,5	W.
Weizen-Kochgries	11,3	11,3	—	69,8	-

	Wasser:	Eiweiss:	Fett:	Kohlehydrate: (Stärkemehl u. Zucker)	
Schwarzbrod	36,8	8,5	1,3	52,5	W.
- 1 Tag alt, Krume	46,3	8,3	—	44,2	V.
-	40,0	8,0	1,5	49,2	K.
-	45,0	6,2	1,4	46,8	Artmann
Weissbrod	36,5	7,0	0,5	55,0	W.
- Semmel mit Rinde	28,6	9,6	1,0	60,1	V.
Zwieback aus Weizen . .	8,0	15,6	1,3	72,4	K.
- - Roggen . .	12,8	13,1	1,1	71,6	-
Erbsen	14,3	22,5	2,5	58,2	W.
-	15,5	21,7	—	59,8	H.
Tischbohnen	14,5	24,5	2,0	55,6	W.
-	17,2	22,6	0,7	55,8	H.
Linsen	14,5	26,0	2,0	55,0	W.
-	14,4	29,7	—	53,0	H.
Saubohnen	14,5	25,0	1,3	56,0	W.
Grüne Garten-Erbsen . .	80,0	6,1	0,4	12,4	-
- Schneidebohnen .	91,0	2,0	0,2	6,2	-
Weisskraut	90,0	1,5	0,3	7,1	-
Sauerkraut, gekocht . .	88,8	1,7	0,3	7,9	V.
- frisch . . .	93,5	1,0	0,2	4,6	-
Blumenkohl	90,0	2,0	0,6	6,6	W.
Salat und Spinat	91,7	2,0	0,3	6,0	-
Kartoffeln	75,0	2,0	0,3	21,8	-
- -	73,9	1,9	—	22,9	H.
Topinambur	79,2	2,1	—	?	-
Gelbe Rüben	85,0	1,5	0,2	12,3	W.
Riesenmöhren	87,0	1,2	0,2	10,8	-
Wasserrüben	91,5	0,8	0,1	6,8	-
Mohrrüben	86,7	1,7	—	10,6	H.
Steckrüben	92,5	0,8	—	6,1	-
Aepfel	84,5	0,3	—	14,9	W.
Birnen, frisch	80,0	0,3	—	19,2	-
- gedörrt	22,0	1,2	—	74,9	V.
Zwetschgen	81,0	0,8	—	17,6	W.
Bier	91,9	0,3	3,0 Alkohol	4,5	-
-	94,0	0,4	0,4	5,2	V.

100 Gramm Ochsenfleisch vom Fleischer besteht nach Artmann im Mittel aus Gramm reinem Fleisch, 8 Fett, 20 Knochen.

Durch das Sieden verliert das Fleisch an Gewicht; 100 Gramm fris Fleisch geben nach Voit nur 56,7 gesottenes, es entsprechen daher 100 gesottenes Fleisch frischem, im gesottenen sind 37,7% feste Stoffe, doch ist der Verlust nicht gleich bleibend unregelmässig.

Preise der menschlichen Nahrungsmittel. — J. Koenig berechnet den Preis 100 Gramm Eiweiss bei animalischer Nahrung (= a) zu 65 Pfg., bei vegetabilischer (= b) 15 Pfg. = 4,3 : 1; für 100 Gramm Fett bei a 20 Pfg., bei b 4,5 Pfg. = 4,4 : 1; für 100 Gr Kohlehydrate bei b 2,5 Pfg.

Sechstes Capitel.

Veränderungen der Nahrungsstoffe in der Mundhöhle.

Verdauung im Allgemeinen.

In den beiden vorausgehenden Capiteln haben wir die Stoffe und ihre all-meinen Wirkungen im Organismus kennen gelernt, aus denen derselbe seine im Kampfe mit der ihn umgebenden Körperwelt verloren gegangenen anbestandtheile wieder ersetzt.

Es liegt uns nun ob, die Art und Weise und den Weg kennen zu lernen, dem die Nährstoffe die ihnen zum grossen Theile an sich nicht zukommende gkeit erlangen, in die Säftemasse des Körpers einzutreten und von hier aus die Organe zu gelangen, an denen sie ihre ernährende Wirkung auszuüben en.

Die Organernährung erfolgt vor Allem aus dem Blute.

Es müssen die in der Nahrung aufgenommenen Stoffe zuerst zu Bestand-ilen des Blutes werden, von dort aus werden sie an die verschiedenen sie dürfenden Organe abgegeben. Sie treten in den Kapillaren aus dem Blut-ässröhrensysteme aus und beginnen im intermediären Säftestrom eine anderung von Zelle zu Zelle. Auf diesem Wege verrichten sie die ihnen zu-lenden Functionen: ein Theil wird zur Neubildung verloren gegangener ganbestandtheile verwendet, wird also bis zu einem gewissen Grad in dem gan gebunden zurückgehalten und damit dem lebhafteren Stoffkreislaufe ent-gen; ein anderer Antheil wird von den in den Zellen wirkenden oxydirenden menten ergriffen und zersetzt und dient so zur Kräfteproduktion des Organes; dritter Antheil tritt in die Anfänge der Lymphgefässe ein und kehrt von da zum Blute zurück, um wieder aus ihm den Säftekreislauf von Neuem zu ginnen.

Die in der Nahrung aufgenommenen Stoffe können nur zum Theil sogleich d ohne weitere chemisch-physiologische Umwandlung zu Blutbestandtheilen rden. Vor Allem vermag dieses das Wasser und ein Theil der in wässriger sung aufgenommenen und der in dem Wasser der Verdauungsflüssigkeiten lichen anorganischen und organischen Salze und andere Stoffe wie Alkohol, cker, organische Basen etc. Sie werden von den Blut- und Lymphgefässen jeder Stelle des Verdauungscanales direct aufgesogen.

Nicht alle als Lösungen aufgenommenen Stoffe fallen in die eben bespr chene Kategorie. Ein Theil derselben wird durch die chemischen Bestandthei der Körpersäfte, denen sie nach ihrer Aufnahme begegnen, gebunden und ve ändert, ohne dass wir hier noch eine eigentlich physiologische Lebenswirku vor uns hätten. Die alkalische Mundflüssigkeit z. B. verhält sich gegen die au genommenen Säuren und sauren Salze ebenso wie eine andere Flüssigkeit de selben Reaktion ausserhalb des Organismus; alkalische Salze werden dur den sauren Magensaft neutralisirt.

Manche in Lösung aufgenommene Stoffe — wie das Caseïn der Milch - werden erst, ehe sie den lösenden Einwirkungen der Verdauungssäfte unte liegen, durch den Magensaft aus ihrer Lösung ausgefällt.

Auch die in fester Form aufgenommenen Nahrungsmittel verhalten si den Verdauungsorganen gegenüber wesentlich verschieden.

Ein Theil derselben — die Salze und die meisten krystallinischen Stoffe lösen sich direct in dem Wassergehalte der Verdauungssäfte, meist schon Speichel, so dass sie dann die gleichen Verhältnisse darbieten, als wären schon gelöst aufgenommen worden.

Ein anderer Theil, vor Allem sind hier zu nennen: das Stärkemeh geronnenes Eiweiss, das leimgebende Gewebe und der Lei schliesslich das Fett, sind an sich in Wasser und sonach auch in den Verd ungssäften unlöslich; sie erfahren der Hauptmasse nach erst eine veränder Wirkung, wodurch sie löslich werden, um leicht in die Blutmasse aufgenom werden zu können. Für die Fettaufnahme bestehen auch Veränderunge aufsaugenden Organe — der Darmschleimhaut — als Wirkung der Verdau säfte, wodurch die Aufnahme ermöglicht wird. Der Gegenstand unserer ciellen Betrachtung sind vor Allem diese letztgenannten Substanzen und ihre Aufnahme in die Säftemasse herbeiführenden Vorgänge.

Die Physiologen pflegen den Vorgang der Stoffaufnahme in den Verd ungsorganen, analog wie andere Stoffaufnahmen im Organismus, als Resorptio bezeichnen. Es soll damit angedeutet werden, dass wir hier keinen nach bekannten physikalischen Gesetzen der Diffusion, Osmose, Filtration etc. einfach erklärenden Vorgang, sondern eine specifische Wirkung des leben Organismus und zwar bei den höheren animalen Wesen namentlich des Pro plasmas ihrer Darmschleimhautepithelien vor uns haben. Es heisst aber Kind mit dem Bade ausschütten, wenn man nun hierbei die Wirkungen Diffusion, Osmose, Filtration etc. ganz ausgeschlossen denken wollte. Letzt verbinden sich stets in den von uns für lebende Organe erkannten gese mässigen Modificationen (cf. S. 130 ff.) mit der activen Fähigkeit der Stoffa nahme des lebenden Protoplasmas der Darmepithelien, und bis jetzt sind diese modificirten physikalischen Vorgänge fast ausschliesslich, welche ei nähere Analyse gestatten.

Die Verdauung beginnt in der Mundhöhle.

Hier werden die festen Speisen durch die Kauwerkzeuge verkleinert u zerrieben und so vorbereitet mit dem alkalischen Sekrete der Drüsen der Mund höhle vermischt. Ein zusammengesetzter Muskelmechanismus dient dazu, d gekauten Speisen und die Getränke zu verschlucken und weiter zu bewege

was nur zum Theil unter dem Einfluss unseres Willens stattfindet. Durch will-rliche Bewegungen übergeben die muskulösen Organe der Mundhöhle, vor em die Zunge und Wangen, dem Schlunde den Bissen, der von hier aus dann rch unwillkürliche Muskelactionen in den Verdauungsorganen weiter beför-rt wird. Die hierbei erfolgenden mechanischen und chemischen Einwirkun-n auf die Speisen sind von unserem Willen unabhängig. In seltnen Fällen nnen wir eine centrale Einwirkung noch nachweisen: es finden sich Ver-uungsstörungen durch psychische Einflüsse. Die Stoffe wandern, so eit sie nicht aufgesaugt werden, ohne Zuthun unserer Willkür aus dem gen in den Darm und erst am Ende des Dickdarmes treten ihre ungelösten d unlöslichen Reste wieder in das Bereich des Willens ein, ihre Entleerung bis zu einem gewissen Grade ein willkürlicher Vorgang.

Man hielt bis vor kurzem ziemlich allgemein an der Ansicht fest, dass die Nahrungsstoffe le aus dem Nahrungscanal in das Blut durch Diffusion aufgenommen werden müssten. n stützte sich hierbei auf die Thatsache, dass unter der Einwirkung der Verdauungssäfte lloide, nicht oder schwer diffundirbare Substanzen in diffundirbare Lösungen, Eiweiss B. in Pepton, Stärke in Zucker, umgewandelt werden. Nicht alle Stoffe erfordern jedoch e derartige Umgestaltung. Die Untersuchungen über den Bau der Darmschleimhaut er-en theilweise offene Wege vom Darm in die Säftemasse des Körpers, auf welchen, wie man lange weiss (Brücke), z. B. das Fett als feine Emulsion, also nicht durch Diffusion, dem Darm austritt. Angaben von Voit, Fick u. A. machten es bis zu einem gewissen wahrscheinlich, dass auf diese Weise zum Theil auch Eiweissstoffe, ohne in Pepton eführt zu sein, aus dem Darm aufgenommen werden können. M. Marckwald konnte je-eine solche Aufnahme (flüssiges Hühnereiweiss vom Dickdarm aus) für den Menschen ht bestätigen.

Uebersicht über den Bau der Verdauungsorgane.

Im Allgemeinen findet sich eine unverkennbare Analogie in dem Bau aller r Organe, welche zur Verdauung, zur Bereitung der Verdauungsflüssigkeiten nen. Die Hauptsache ist bei allen die Schleimhaut — Mucosa — mit em geschichteten Epithel, je nach den Regionen aus verschieden gestalteten llen zusammengesetzt, aufgelagert auf eine vorzugsweise aus Bindegewebe d elastischen Fasern bestehende Membran, welche reichlich mit Blut- und mphgefässen und Nerven durchzogen ist. In die Schleimhaut finden wir ver-hiedenartig gestaltete Drüsen eingebettet, welche vielfach als in die Tiefe ende Einbuchtungen des Epithels anzusehen sind. Sie sind vorzugsweise als chenvermehrungen des Epithels zu betrachten; derselben Aufgabe ent-rechen die auf die Schleimhaut aufgesetzten zotten- oder fadenförmigen An-nge: die Papillen oder Zotten, die sich in verschiedenen Formen in cher Anzahl finden. Auch grössere Drüsen senden ihre Sekrete in von der hleimhaut ausgekleidete Höhlungen.

In der Mundhöhle liegt die Schleimhaut dem Knochen und den Muskeln raff auf. Im Schlunde, dem Anfang des Darmes, beginnt eine mehr regel-ssige Muskellage, Muskelhaut, sich unter die Schleimhaut zu lagern; zu fang aus quergestreiften, dem Willenseinfluss dienenden Fasern, noch in trennte Muskel-Individuen zerfallend; am Ende des Darmes treten in dem erschliessmuskel ebenfalls willkürliche Fasern auf. In der ganzen übrigen

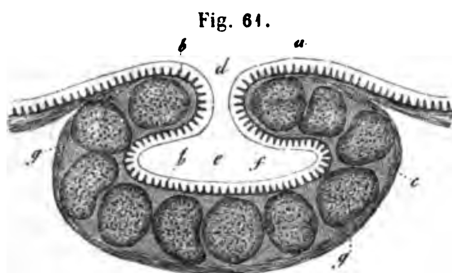
Strecke setzt sich die Muskelhaut des Darmes aus glatten Elementen zusammen. Letztere ordnen sich meist zu zwei, am Magen zu drei Lagen, in der einen verlaufen die Muskelzellen in der Längs-, in der andern in der Querrichtung; am Magen kommen noch schiefe Faserzüge dazu. Zwischen Schleimhaut und Muskelhaut findet sich eine Lage von lockerem Bindegewebe: Unterschleimhautgewebe — Submucosa —. Jene Theile des Darmes, welche in der Bauch- und Beckenhöhle liegen, sind durch eine zarte, nerven- und gefässarme, an der freien Oberfläche mit einem Epithel besetzte Haut: die seröse Hülle, bekleidet, welche auch den grössten Theil der übrigen Bauch- und Beckenorgane überzieht.

Anatomie der Mundhöhlenschleimhaut und ihrer Drüsen.

Die Mundhöhlenschleimhaut ist eine directe Fortsetzung der äusseren Haut, von welcher sie sich an der Uebergangsstelle an den Lippen nur durch grössere Zartheit und durch ihre bei den weissen Rassen rothe, von ihrem Gefässreichthum herrührende Farbe unterscheidet. Sie ist mit einer grossen Anzahl gedrängt neben einander stehender Papillen besetzt. Zwischen diesen finden sich zahlreiche Drüseneingänge, von denen einige auf grösseren papillenartigen Erhebungen zu Tage treten.

In den Papillen steigen Kapillarzweige empor, um hier ein zierliches Geflecht zu bilden; ein reiches Netz von Lymphgefässen durchsetzt die ganze Schleimhaut. Mit ihnen stehen die zahlreichen Balgdrüsen in Verbindung, von denen Brücke dargethan hat, dass sie wie die solitären Follikel und Peyer'schen Drüsen als einfachste Lymphdrüsen zu betrachten sind. An der Zungenwurzel bilden sie eine beinahe zusammenhängende Schicht, die so oberflächlich liegt, dass sich die einzelnen Drüsen schon mit blossem Auge als rundliche, hügelige Erhebungen erkennen lassen. Sie sind linsenförmig gestaltet, von 1—4 mm Durchmesser. Das freie Auge erkennt eine Oeffnung, die in eine trichterförmige Höhle führt, in welche sich die Schleimhaut mit den Papillen und dem Epithel fortsetzt. Eine tiefer gelegene Schleimdrüse sendet ihren Ausführungsgang in diese kleine Höhle und erfüllt sie mit einer graulichen Schleimmasse (Fig. 61). Jede Balgdrüse ist von einer dickwandigen Kapsel umgeben, in welche eingebettet in zartes, gefässreiches Bindegewebe die Drüsenbälge oder Follikel liegen, 0,2—0,5 mm gross. Im Baue stimmen diese mit den oben erwähnten geschlossenen Darmdrüsen ziemlich überein, ebenso mit den Bläschen der Milz. Für die genannten Gebilde gilt dieselbe Beschreibung. Sie zeigen eine faserige, ziemlich feste Hülle und einen Inhalt, der theils aus einer alkalischen Flüssigkeit, theils aus geformten Theilen: rundlichen Zellen, Lymphkörperchen besteht. Diese

Fig. 61.



Balgdrüse von der Zungenwurzel des Menschen. *a* Epithel, das dieselbe auskleidet, *b* Papillen, *c* äussere Fläche der Balgdrüse mit der Bindegewebshülle, *e* Höhlung des Balges, *f* Epithel desselben, *g* Follikel in der dicken Wand des Balges. — Vergrösserung 30.

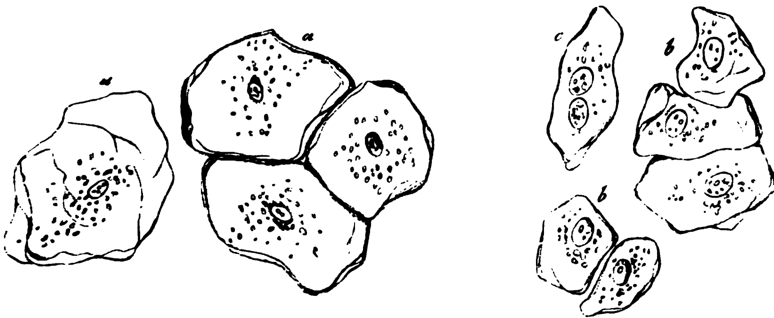
halt liegt in dem Follikel in einem feinen Balkennetze von Bindegewebskör-
perchen, welches mit der Hülle zusammenhängt und das ganze Innere durch-
sieht. Die Gefässe der Balgdrüsen sind sehr zahlreich und senden Aestchen in
das Innere der Follikel ab, nachdem sie ein schönes Netz um dieselben ge-
sponnen. E. H. WEBER hat zuerst Lymphgefässe von den Drüsen herkommen
sehen.

Die Mandeln oder Tonsillen sind Haufen von 10—20 Balgdrüsen, mit einander verbunden und mit einer gemeinsamen Hülle umgeben.

Im rothen Theile der Lippen findet sich das von KÖLLIKER entdeckte, reiche Lager von Talgdrüsen.

Das Epithel der Mundhöhle besteht aus übereinander geschichteten rundlichen oder vieleckigen Pflasterzellen. Die oberste Lage besteht aus rund-
lich-eckigen, grossen kernhaltigen Blättchen (Fig. 62). In den Zellen ist ein

Fig. 62.



Epithelialzellen der Mundhöhle des Menschen. *a* grosse, *b* mittlere. *c* dieselben mit zwei Kernen, 350 mal vergr.

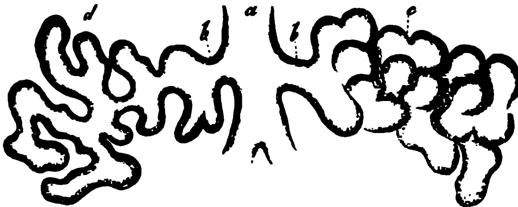
Kern nachzuweisen. Beständig werden im normalen Leben die obersten Epithelschichten abgestossen und wieder erneuert, so dass jeder Tropfen Mundflüssigkeit eine Anzahl dieser Zellen enthält.

Die Schleimhaut der Zunge besitzt eine grosse Anzahl von Hervorragungen, die Geschmackswärzchen, welche bei Betrachtung der Zunge als Organ des Geschmackssinnes ihre nähere Besprechung finden werden. Die Ränder der Zunge und der untere Theil derselben weichen auch in Beziehung auf das Epithel nicht von der übrigen Mundhöhle ab.

Direct unter der Schleimhaut des Mundes liegt eine grosse Menge kleiner traubenförmiger Drüschen, jedes mit einem kurzen, geraden Gang in die Mundhöhle sich öffnend. Sie liefern ein schleimiges Sekret: Schleimdrüsen der Mundhöhle. Sie finden sich an manchen Stellen zu grösseren Haufen vereinigt. Um die Mundspalte liegt ein reicher Drüsenring: die Lippendrüsen, Gl. labiales (cf. oben). An der Innenfläche der Backen die Gl. buccales, einige grössere Drüschen um die Ausmündungsstelle des STENON'schen Ganges der Parotis. Die analogen Drüschen des weichen und harten Gaumens tragen den Namen Gl. palatinae. An der Wurzel, dem Rande und der Spitze der Zunge liegen in reichlicher Menge die Glandulae linguales, die Zungendrüsen. Der mikroskopisch-anatomische Bau dieser Schleimdrüsen kann als

Schema für traubenförmige Drüsen gelten. Der grössere Stamm des Ausfüh rungsganges, welcher auf der Schleimhautoberfläche mündet, spaltet sich i feinere und feinste Zweige, welche letztere an ihrem blinden Ende zu den so genannten Drüsenbläschen oder Acini anschwellen. Diese Acini sitze ziemlich unregelmässig de feinsten Ausführungsgängen au zeigen aber doch im Allgemeine eine rundliche, oder rundlich birnförmige Gestalt (Fig. 63). Die feinsten Gänge und di Bläschen besitzen eine gleich artige, structurlose Hülle, ein Membrana propria, besetz mit einfacher Schicht eckige Epithelzellen, welche in ihrem zähflüssigen Protoplasma, au ser vielen fettähnlichen, theil weise gelblich gefärbten Körn chen, durch Essigsäure gerinnenden Schleimstoff erkennen lassen. Die ein zelnen Drüsenläppchen sind durch zartes blutgefässreiches Bindegewebe zu sammengehalten. An den Ausführungsgängen finden sich in dem Bindegewe elastische Fasern. Das Epithel der Ausführungsgänge ist von dem der Mun höhle und der Drüsenbläschen verschieden, es besteht aus Cylinderzelle

Fig. 63.



Schema zweier Gänge eines Schleimdrüsenläppchens. *a* Ausführungsgang des Läppchens, *b* Nebenast, *c* die Drüsenbläschen an einem solchen in situ, *d* dieselben auseinandergelegt und der Gang entfaltet.

Der gröbere und mikroskopische Bau der grossen, in die Mundhöhle i Sekret ergiessenden Speicheldrüsen, der Glandulae salivales: Pa rotis, Submaxillaris, Sublingualis und der Rivini'schen Drü stimmt im Allgemeinen mit dem eben beschriebenen der Schleimdrüsen übe ein. Der Hohlstamm des Ausführungsganges ist ihrer Grösse entsprechend we und lang und sehr vielseitig verästelt. Er zeigt ebenfalls ein Cylinderepithel Am Ductus Whartonianus der Submaxillaris finden sich glatte Muskel fasern unter dem Epithel und einer Doppellage von elastischen Häuten.

Die Blutgefässe der Speicheldrüsen umspinnen die Drüsen bläschen reichlich. F. Boll fand bei seinen Untersuchungen der Bindesub stanz der Drüsen, dass jeder Acinus (der Submaxillaris bei Kaninchen von verästelten Zellen (retikulärem Bindegewebe) umgeben ist. Diese Zelle umspinnen den Acinus in einem reichen Netze, indem ihre vielfach verästelte Ausläufer zahlreiche Anastomosen eingehen und sehr zarte Fortsätze zwische die einzelnen Epithelzellen des Alveolus entsenden.

Das Nervengewebe der Speicheldrüsen besteht aus Ganglien zellen und Fasern, letztere aus markhaltigen, welche die Hauptmasse darstellen und blassen Nervenfasern (Pflüger). Wie Pflüger fand, theilen sich die erstere Fasern in peripherischer Richtung sehr vielfach, so dass zwischen den Alveole wahrhaft gefiederte markhaltige Nervenprimitivfasern liegen.

Das Verhalten der Nervenendigungen in den Speicheldrüsen ist durch Pflüger un tersucht worden. Pflüger behauptet einen directen Zusammenhang der Nerven mit de eigentlichen Drüsenzellen, den Epithelzellen der Alveolen. Die Art der Verbindung zeigt sic nach seinen Untersuchungen verschieden, was mit der Verschiedenheit der Nervenbahnen

welche die Speicheldrüsen innervirt werden, zusammenhängen mag. DONDERS hatte in isen des Pferdes eine deutliche Verzweigung von Nervenfasern gesehen, die KRAUSE bis Alveolen verfolgte. Die Fasern treten nach PFLÜGER durch die Membrana propria hinmit der ihre Hülle verschmilzt, verästeln sich, noch markhaltig, zwischen den Drüsenn deren Inneres sie eindringen, um dort mit einer knotenförmigen Anschwellung, dem Kerne der Drüsenzelle, zu endigen. Ein Theil der in die Speicheldrüse eintretenvenfasern senkt sich zuerst in kleine, mit vielen Ausläufern versehene Zellen ein: ellen (KRAUSE, PFLÜGER), welche nicht zwischen den eigentlichen Drüsenzellen, sonsserhalb der Membrana propria liegen. Kurze Ausläufer dieser Zellen sah PFLÜGER in re der Drüsenzellen eintreten. Vielleicht ist auch für die übrigen Speichelnerven ein es ganglienzellenartiges Zwischengebilde vorhanden. Das, was PFLÜGER als solches bt, stellt eine Anhäufung von Nervenzellenprotoplasma von geringer Individualisirung ses liegt, wie es scheint, innerhalb der Alveolen. Es ist wahrscheinlich (PFLÜGER), Ganglienendigung den sympathischen, die freie den cerebrospinalen Nervenbahnen rüsen entspricht.

h den weiteren Angaben PFLÜGER's tragen die in die Cylinderzellen der Speichelröhren enden Axencylinderfibrillen an ihren freien Enden kleine Kölbchen, welche e zunehmen, bis sie sich deutlich als Zellenkerne charakterisiren, von spärlichem sma umgeben. Diese Gebilde wachsen allmälig zu Speichelzellen einer neu entn Alveole aus, die durch partielle Abschnürung aus der durch die Zellenwucherung dickten Wand des Speichelrohrs hervorgeht. In den bereits ausgebildeten Alveolen nach PFLÜGER auch markhaltige Fasern. Der Nerv soll da, wo er die Membrana durchsetzt, plötzlich sein Mark verlieren, mit der Speichelzelle in Verbindung treten, in feinste Fibrillen sich auflöst, die mit dem Protoplasma (den Fibrillen desselben) ndung treten. S. MAYER konnte die Existenz eines Kernfortsatzes in den Epithelien inchen-Submaxillaris bestätigen, der hier und da auch Verbindung zwischen den ler Nachbarzellen herstellen kann. W. KRAUSE sah in der acinösen Backendrüse des d dem Pankreas der Katze) noch andere Endigungen markhaltiger Nervenfasern innereigentlichen Drüsenepithels. Sie sollten hier in »Endkapseln« und in kleinen chen Körperchen« endigen.

Absonderung der Speicheldrüsen.

Zur Theorie der Drüsenabsonderung und Muskelreizung.

e Absonderung der Drüsenzellen ist der Effect einer directen Nerven- wie die Contraction der Muskelfaser. Es ist mehr als wahrscheinlich, er primäre Erfolg der Nervenreizung in Muskelfaser und zelle der gleiche ist: in beiden scheint er ein electrolyti- er. Es werden unter der electrolytischen Einwirkung der Nerven primär n Zelleninhaltsstoffen sauer (und alkalisch) reagirende Zerlegungs- te frei. Erst die Wirkung dieser Zerlegungsprodukte, Reize auf die nd in der Zelle, ist die Drüsenabsonderung oder die Muskelaktion. Die ngsprodukte des Muskelzelleninhaltes, die unter der Einwirkung der reizung frei werden, scheinen vor Allem Säuren: Milchsäure, Phosphor- sie wirken theils für sich, theils in Verbindung mit Kali als Reize auf ntractile Substanz ein, gerade so, wie wir auch durch künstliches Zusamingen dieser Stoffe mit dem Muskel Contraction hervorrufen können. Aehnerlegungsproducte werden unter der Einwirkung der Nervenreizung auch Drüsenzellen frei gemacht, andere nach der anderen Zusammensetzung

der Zellen. In den Magendrüsen sehen wir wie im Muskel eine Säure — Salzsäure — auftreten. Es wäre nicht undenkbar, dass in anderen Zellen ein alkalischer Stoff schliesslich der Chemie der Zelle gemäss das Uebergewicht über die anderen Zelleninhaltsstoffe erhält, doch lehren die unten folgenden Beobachtungen, dass auch hier das Protoplasma bei seiner Thätigkeit eine saure Reaktion annimmt.

Unter der Einwirkung besonders von Säuren, aber auch von Alkalien werden die Diffusionsverhältnisse der Zellen auf das Wesentlichste geändert; sie lassen nun Stoffe durch-, herein- und heraustreten —, denen sie bei ungeschwächter Lebensenergie den Durchtritt entweder ganz verwehren oder doch nur sehr spärlich gestatten. Unter der Einwirkung der Säuren und Alkalien im Protoplasma kann also eine reichliche Drüsenabsonderung aus den Drüsenzellen beginnen, das Blutgefässsystem kann reichlicher Stoffe zur vorläufigen Verarbeitung in die Zelle abgeben, da deren Ansaugvermögen ebenso gesteigert ist, wie ihr Vermögen der Stoffabgabe. Dass hierbei die Anwesenheit von Stoffen mit hohem endosmotischem Aequivalent, z. B. Eiweissstoffe, in den Drüsenzellen von grosser Bedeutung ist (Pflüger), ist verständlich.

Dass aber in der Drüsensubstanz während des Reizzustandes Zersetzungen und Oxydationen statthaben und zwar im gesteigerten Maasse, beweist wohl die Beobachtung Ludwig's, dass die absondernde Drüse sich um 1,5° C. erwärmt im Vergleich gegen die ruhende. Die supponirte Wirkung der genannten Zerlegungsstoffe auf die Diffusion in den Muskelzellen ist als eine Nebenwirkung der Muskelreizung von mir mit aller Sicherheit nachgewiesen. Auch aus dem Muskelschlauche tritt nach der Nervenreizung in Folge der gleichen, hier nachweisbaren Veränderungen, wie wir sie in den Drüsenzellen annehmen, eine bestimmte Menge von Stoffen aus, dagegen füllt sich derselbe mit Flüssigkeiten aus dem umspülenden Blut und der Lymphe oder aus der umgebenden Parenchymflüssigkeit, so dass der Muskelschlauch dann eine gewisse Aehnlichkeit mit einer Drüsenzelle nicht verkennen lässt. Ganz analoges Verhalten habe ich für Nervenfasern, Rückenmark und Darmepithelzellen nachgewiesen (cf. S. 131). Bei dem Absterben bildet sich in den Speichel- und Thränendrüsen, wie im Muskel eine saure Reaktion aus (J. Ranke).

Wenn wir in der oben vorgetragenen Weise meine am Muskel gewonnenen Resultate auf die Drüse übertragen, so hält es nicht schwer, die eigenthümlichen, bisher fast unverständlichen Resultate Ludwig's zu verstehen, welche die durch Nervenreizung eintretende Steigerung der Drüsenabsonderung von der Nervenwirkung auf das Blutgefässsystem bis zu einem gewissen Grad unabhängig zeigten. Auch wenn der Blutzufluss ganz fehlt, nach Unterbindung der Arterien und an dem abgeschnittenen Kopfe ergibt die Reizung der Drüsennerven (Chorda) noch Steigerung der Absonderung der Speicheldrüsen (Submaxillaris). Wir haben es hier mit einer Ausscheidung in Folge chemischer Veränderungen des Protoplasma der Absonderungszellen zu thun, die mit selbständiger Energie verläuft. Bei lebhafter Sekretion fand Ludwig die Temperatur des Speichels um 1° höher, als die des zuströmenden Arterienblutes. Reichlicher zur Imbibition dargebotene Stoffe werden aus demselben Grunde reichlicher aufgenommen und ausgeschieden; Blutzufuhr steigert darum normal die Drüsenausscheidung. Den Gedanken aber, dass wir es bei der Speichelabsonderung vielleicht nur mit einer gesteigerten Filtration aus den Gefässen in die Drüse zu thun haben, widerlegt der von Ludwig geführte Beweis, dass der Druck in dem Lumen des Ausführungsganges der gereizten Drüse höher steigen kann, als der Blutdruck in den blutzuführenden Gefässen, so dass der

nch ein Filtrationsdruck von Seite der Drüsenzellen in das Blutgefässsystem, nicht aber um-gekehrt existirt. Nach E. HERING u. A. ist die Ursache des hohen Absonderungsdruckes in der Glandula submaxillaris in der Bildung einer Colloidsubstanz, wahrscheinlich Mucin, während der physiologischen Thätigkeit der Drüse zu suchen; diese Substanz be-wirke den hohen Druck durch ihr bedeutendes endosmotisches Aequivalent. Gewiss ver-bindet sich dieses Moment mit den von uns vorzugsweise betonten.

GIANNUZZI hat unter LUDWIG's Leitung von mir am Muskel gewonnene Resultate über die »ermüdende Wirkung« von Säuren und Alkalien auch auf die Speicheldrüsen übertragen. Es stellt sich für die beobachteten Fälle eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen dem Drüsen- und Muskelgewebe in dieser Beziehung heraus. GIANNUZZI war im Stande, die Drüse durch Einspritzen von Säure (Salzsäure) und von kohlensaurem Natron zu ermüden, so dass keine Sekretion mehr stattfand, obwohl die Drüsennerven gereizt wurden. Der Ermüdung der Drüse ging bei seinen Versuchen ebenso ein Reizzustand, wie dieses am Muskel der Fall ist, voraus, so dass, wenn die Einspritzung nicht genügte, um die Sekretion bei nachfolgendem Nervenreiz nicht eintreten zu lassen, nun auch ohne weitere Reizung die Drüsenabsonderung begann. Es zeigen diese Versuche, wie vollkommen analog wir den Chemismus in Muskel und Drüse uns denken dürfen in Beziehung auf die besprochenen Verhält-nisse. Es geht diese Analogie noch weiter aus der von GIANNUZZI beobachteten Thatsache her-vor, dass die Drüse ebenso ermüdet, wie der Muskel, wenn ihr, auch bei sonst reichlicher Anwesenheit von flüssigem Material zur Speichelbildung, der arterielle Blutzufluss, d. h. der Sauerstoff, abgeschnitten wird (analog dem Versuche STENSON's am Muskel).

Zu den Untersuchungen über den Modus der Ausscheidung aus den Drüsenzellen, welche früher zunächst nur an den einzelligen Drüsen angestellt waren, sind in der letzten Zeit Beobachtungen von STRICKER und LANGER an den Zellen der menschlichen Milchdrüse hin-zugekommen. Auch über den Sekretionsmodus der Speichelzellen haben wir, durch HEIDENHAIN und in neuester Zeit durch PFLÜGER und A. EWALD, erwünschte Aufschlüsse erhalten. HEIDENHAIN hat nachgewiesen, dass das mikroskopische Bild der gereizten und ruhenden Drüse wesentlich verschieden ist, worauf zuerst PFLÜGER gelegentlich der Präparationsmethoden auf-merksam gemacht hatte. Die Speichelzellen der ruhenden Drüse sind mit schleimig degenerir-ten Massen erfüllt, während die Zellen in den Alveolen der gereizten Drüse einen reinen Pro-toplasmainhalt zeigen, wie sie ihn auch in jedem Alveolus der ruhenden Drüse in einer halbmondförmigen Randzone zeigen (Halbmond GIANNUZZI's und HEIDENHAIN's). EWALD erklärt diesen Unterschied daraus, dass die »Schleimzellen« der ruhenden Drüse ihren Schleim bei der Reizung verlieren (auspressen) und sich in »Protoplasmazellen« umwan-deln. Es geschieht das dadurch, dass das um den Kern zusammengeballte und mit ihm an den Rand der Zelle gedrückte Protoplasma der Schleimzellen, den Schleim verdrängend, sich mit dem Kern vom Rand aus nach der Zellenmitte ausbreitet. Central- und Randzellen, Schleim- und Protoplasmazellen sind nur verschiedene Zustände derselben Zellen. Die Zelle geht bei der Sekretion nicht zu Grunde, sondern presst ihren Inhalt aktiv aus. Dieses Auspressen wird wahrscheinlich wie bei dem Muskelprotoplasma eingeleitet durch eine vorläufige Anquellung des sauer gewordenen Protoplasmas, so können wir uns diese Ausbreitung erklären. Dass in der betreffenden Periode das Protoplasma sauer ist, geht aus der Beobachtung hervor, dass es sich dann mit Carmin färbt (EWALD u. A. cf. oben S. 231). Im sogenannten Sympathicus-Speichel finden sich die ausgepressten Schleim-klümpchen vor, die offenbar aus den Speichelzellen stammen.

Reizung der Speicheldrüsennerven.

Die Verhältnisse des Blutlaufes in der ruhenden und der secer-nirenden, arbeitenden Drüse sind durch CL. BERNARD, LUDWIG u. v. A. untersucht worden.

. Die reichlichen Blutgefässe stehen unter einem doppelten Nervenei fluss. Wie bei allen Blutgefässen wird die Weite ihres Lumens von dem Re zustande des Sympathicustheils, der seine Fasern zu ihnen sendet, bestim Seine Reizung bewirkt Verengerung des Gefässlumens, seine Lähmung I weiterung desselben. Ebenso ist es bei den Gefässen der Speicheldrüsen. A electrischen Reiz des Sympathicus verengern sich die Gefässe und es fliesst Folge davon das Blut spärlicher durch sie hindurch und gelangt sehr dunkel die Venen.

Die Reizung einer zweiten Nervengattung, die in die Drüse eintritt, wi in entgegengesetzter Weise; sie erweitert die Gefässe, das Blut strömt se rasch und reichlich, noch hellroth in die Venen ab, welche dann spritzen u sogar den Puls in sich wahrnehmen lassen, so dass das Blut rhythmisch b schleunigt wie aus einer Arterie aus ihren durchschnittenen Enden herausflie Diese zweite Nervengattung verläuft im Facialis und Trigeminus. Durch d Nervus petrosus superficialis minor des Facialis, das Ganglion oticum u den Auriculotemporalis des Trigeminus kommen die Nerven zur Parotis. D Sublingualis und Submaxillaris (führt die Chorda tympani des Faci zuerst an den Lingualis (Trigeminus) sich anlegend), wodurch der Trun tympanico-lingualis gebildet wird, von da wieder abtretend und theils in Ganglion submaxillare sich einsenkend, theils direct zur Drüse verlaufend, gefässerweiternden Fasern zu.

Ludwig hat gezeigt, dass die Reizung dieser Nerven, z. B. electrischem Wege, ausser der Gefässerweiterung auch eine Speichel sonderung der zugehörigen Drüsen hervorruft. Dasselbe gesc auf Reizung des Sympathicus.

Czermak entdeckte, dass bei Hunden die aus irgend einem Grunde findende Speichelsekretion (z. B. durch Reizung des Lingualis erregt) aus Submaxillaris durch electrische Reizung des Sympathicus verlangsamt, ja g lich zum Stillstand gebracht werden kann. Dasselbe wird im umgekeh Sinne behauptet (Kühne), so dass beide Nerven gegen einander als »Hemmun nerven« der Speichelabsonderung zu wirken scheinen.

Die Gefässlumensveränderungen und die Menge und Qualität der Drüs absonderung stehen in einer nicht zu verkennenden Wechselbeziehung. D auf Reizung des Sympathicus abgesonderte Speichel, »der Sympathicu Speichel«, ist zäh und dickflüssig, schleimig, reich an Mucin und spärlic der Trigeminus-Speichel ist reichlich und ärmer an festen Bestandthe len, was mit den Circulationsverhältnissen der Drüse während der Reizu zusammenpasst. Reichlichere Blutzufuhr liefert ein reichlicheres Material z Absonderung, es muss aber zu dem Materiale stets auch noch die Veränderu in der Drüsenzelle durch Nervenreiz als bedingendes Moment hinzukomme ohne welches keine Absonderung erfolgen kann (S. 261). Nach längerdaue der Reizung des Sympathicus wird die dadurch veranlasste Speichelabsonderu immer mehr der bei Trigeminusreizung ähnlich, der Speichel wird ärmer festen Bestandtheilen, je mehr die Drüse an vorbereiteten Ausscheidungsstof verarmt (Heidenhain).

Im normalen Organismus erfolgt die Speichelabsonderung unter Nerv einfluss reflectorisch vom Magen und von der Mundhöhle aus. Die Erreg

ht im Leben meist durch Geschmacksreize, welche die Mundhöhlen-ıhaut treffen, dasselbe bewirken an der gleichen Stelle alle Nervenreize: mit einer Federfahne, chemische Reize durch saure oder alkalische Alkohol, Aether, Pfeffer. Auch bei Kaubewegungen findet eine ›labsonderung statt, welche nicht sowohl durch Druck der Kaumuskeln Parotis als durch eine bei willkürlicher Erregung der Kaunerven gleich-ıit stattfindende Erregung der Drüsennerven zu erfolgen scheint.

e durch Säuren reflectorisch erregte Speichelabsonderung liefert dünn-›n Speichel; Alkalien und scharfe Gewürze einen zähen, dickflüssigen.

ᴀɴᴜᴢᴢɪ hat zu den S. 263 schon angeführten Beweisen von der relativen ngigkeit der Speichelabsonderung von der Blutcirculation in der Drüse ›n weiteren hinzugefügt, dass die künstlich »ermüdete« Drüse auf Nerven-cht mehr secernirt, obwohl die Steigerung der Blutzufuhr durch die ; noch erfolgt. Die Drüse wird dann ödematös, es häuft sich in ihr seröse ‹eit an.

Nerveneinflüsse sind vor Allem für die Submaxillardrüse untersucht. Das sch zu erregende Centralorgan für ihre Thätigkeit liegt wahrscheinlich im Gehirn verlängerten Mark. Nach gewissen Verletzungen des Bodens des IV. Ventrikels ᴄᴋʜᴀʀᴅ, Nöʟʟɴᴇʀ u. A. in Submaxillaris und Parotis die Speichelsecretion :. Die centripetal (dem Gehirn zu) verlaufenden Nerven, welche, reflectorisch erregt, ·tionsthätigkeit der Drüse veranlassen, verlaufen im Glossopharyngeus und wohl auch ninus und Vagus. Das Ganglion submaxillare soll nach Bᴇʀɴᴀʀᴅ ein Reflex-ür die Drüsenreizung sein; es enthält Ganglienzellen, deren Erregungszustand ›nderung der Submaxillar-Drüse hervorrufe. Es wäre dieses der einzige Fall, in Reflexorgane ausserhalb der nervösen Centralorgane, Rückenmark und Gehirn, nach-wurden. Die Fasern, welche das Ganglion submaxillare reflectorisch (Bᴇʀɴᴀʀᴅ) zu ›ermögen, verlaufen zum Lingualis, gehen aber von da wieder zum Ganglion. Nach ıneidung des Trunc. tymp.-ling. sollen andere sensible Reize der Muskelschleimhaut ımacksreize noch Sekretion hervorrufen können. Bᴇʀɴᴀʀᴅ's Beobachtung wird be-

chelabsonderung tritt auch auf mechanische, thermische, electrische, rein chemische ı, auch bei Brechneigung (vom Magen aus oder direct vom Gehirn?), bei Ein-von Speisen in eine Magenfistel (Fʀᴇʀɪᴄʜs). In normalem Verhalten sondern die Spei-›n (der Hunde, Lᴜᴅᴡɪɢ) nur unter Nerveneinfluss ab; ohne denselben steht die Se-till. Nach Eᴄᴋʜᴀʀᴅ u. A. soll dagegen beim Schaf die Parotisabsonderung eine ·liche sein. Auch bei dem Menschen scheint sie nie ganz aufzuhören (Dᴏɴᴅᴇʀs), wenn im nüchternen Zustand geringer ist, als bei und nach dem Essen. Cᴏʟɪɴ sah auch tis bei dem Rinde kontinuirlich absondern, 200—600 Gramm in der Viertelstunde. Zeit nach der Durchschneidung des Trunc. tympanico-lingualis tritt mit beginnender ıtion der Drüse eine kontinuirliche »paralytische Sekretion« ein, um mit fort-ıder Degeneration der Drüse wieder aufzuhören. Hᴇɪᴅᴇɴʜᴀɪɴ sucht die Ursache der chen Absonderung in der Stagnirung des Sekrets in der Drüse Paralytische Sekre-auch rasch auf nach Zerschneidung des Ganglion submaxillare mit Erhaltung der nc. tymp.-ling. durchtretenden Fasern (Bᴇʀɴᴀʀᴅ), oder bei Vergiftung mit Curare, die sympathischen Fasern gelähmt werden.

che krankhafte Reizungen der Mundschleimhaut rufen gesteigerte Spei-nderung (Speichelfluss) hervor, bei Kindern hat die beim ersten Zahnen ein-Reizung der Mundschleimhaut den gleichen Erfolg (Geifern kleiner Kinder).

Bestandtheile des Speichels und seine Menge.

In dem gemischten Mundsafte, dem gemischten Sekrete aller in d Mundhöhle mündenden Drüsen finden sich neben den oben erwähnten abgest senen Epithelzellen der Mundschleimhaut (Fig. 62) rundliche, klei Zellen: Speichelkörperchen, Schleimkörperchen, die den weissen Bl körperchen gleichen. Sie treten in besonders reichlicher Menge im Speich den man an der Zungenwurzel abgesogen hat, auf. Diese Zellen sind kugeli gekörnt, kernhaltig. Die im Inhalte der Zelle befindlichen Körnchen zeig Molekularbewegung. Wir nennen im gewöhnlichen Leben Speichel den g sammten Mundsaft, der allen grossen und kleinen in die Mundhöhle ihr Sek ergiessenden Drüsen entstammt. Seine chemische Zusammensetzung wird selbs verständlich, da er keine homogene Flüssigkeit ist, schwanken je nach d Quantitäten der beigemischten Speichelarten, die von verschiedenen Drüs und je nach den Reizzuständen Unterschiede erkennen lassen.

Der gemischte Speichel des erwachsenen Menschen ist n mal eine schleimige, fast vollkommen wasserklare Flüssigkeit, nur durch geringe Beimischung von Mundepithelien und Speichelkörperchen wolkig trübt. Seine Reaction ist alkalisch, specifisches Gewicht 1002—1006. I Gehalt an festen Stoffen schwankt zwischen 5—10 %. Die Hauptmasse d organischen Substanzen macht das Mucin aus, neben den genannten geform Beimischungen und einer verschwindenden Spur von Eiweiss. Für die V dauung erhält der gemischte Speichel seine Hauptbedeutung durch das in (auch bei reifen neugebornen Kindern, Zweifel u. A.) enthaltene, Stärke verdauende Speichelferment: Ptyalin, Speicheldiastase, welchem J. Munck und Kühne auch Spuren von Pepsin, von Eiweiss verd dem Ferment nachgewiesen haben. Ausserdem sind im Speichel noch aufg den: Harnstoff (Pichad und Rabuteau) und häufig Schwefelcyanverbi dungen (Treviranus). Brücke gibt als normalen Bestandtheil des Speichels A moniak an, stets enthält er etwas salpetrige Säure (Schoenbein). Unt den anorganischen Salzen des Speichels finden sich regelmässig Kalium, Natri Calcium in Verbindung mit Kohlensäure, Chlor und Phosphorsäure. Auffall ist der Gehalt an kohlensaurem Kalk, der sich beim Stehen des Speichels in d schönen doppeltbrechenden Krystallen des Kalkspaths abscheidet und hier u da während des Lebens zur Bildung fester Ablagerungen in den Speich gängen: Speichelsteine, Veranlassung gibt. Quantitativ wurde der g mischte Mundspeichel des Menschen vielfach seit Berzelius untersucht. A Beispiel diene eine Analyse von Jacubowitsch:

Wasser	995,16	
fester Rückstand	4,84	
davon lösliche organische Substanzen	1,34	3,02 organische Stoffe
Epithelien	1,62	
Schwefelcyankalium	0,06	
Chlorkalium + Chlornatrium	0,84	1,82 anorganische Stoffe
andere anorganische Salze	0,98	

Die Hauptmenge des gemischten Speichels wird von den Submaxillar- u

lingual-Drüsen einerseits und der Parotis andererseits geliefert. Das Sekret r letzteren ist unter normalen Absonderungsbedingungen dünnflüssig, wäs-ig, das Sekret der ersteren aber zäh, fadenziehend, schleimig. Es deutet (cf. oben) auf eine normale Reizung der Drüsen durch verschiedene Nerven-en hin.

Die reinen Absonderungen der verschiedenen Drüsen unter den verschie-n physiologischen Bedingungen, z. B. Nervenreiz wurden vorwiegend an ren, theilweise auch am Menschen untersucht.

Der Speichel der Submaxillardrüse, welcher auf Reizung der rda abgesondert wird: der Trigeminus- oder Chorda-Speichel, rt stark alkalisch, nur manchmal die ersten Tropfen nach langer Drüsen-sauer, und besteht meist zu 99,6—99,2 % aus Wasser. Der feste Rück-d, die festen, nicht flüchtigen, im Speichel gelösten Stoffe betragen also nur chen 0,8—0,4 %. Der Gehalt an festen Stoffen steigt höher, wenn die enabsonderung in der Zeit eine unbedeutende ist. Die Concentration des ichels ist im Allgemeinen von der Dauer der Absonderung abhängig, mit sie langsam sinkt. Eine vollständige Analyse von Bidder und Schmidt vom ndespeichel aus der Submaxillaris mag die Zusammensetzung veran-ulichen:

Wasser	991,45	
fester Rückstand	8,55	
davon organische Materie	2,89	
Chlorcalium, Chlornatrium	4,50	5,66 anorganische Stoffe
kohlensaurer Kalk, phosphorsaurer Kalk, - Magnesia	1,16	

Ausserdem finden sich noch in der Asche: schwefelsaures Kali und kohlen-res Natron.

Pflüger hat die Speichelgase des Submaxillarspeichels eines Hundes Luftabschluss aufgefangen und untersucht, er fand (nach Fleischfütterung): erstoff 0,6 %; Kohlensäure: auspumpbare 22,5 %, durch Phosphorsäure getriebene 42,2 %, totale 64,7 %; Stickstoff 0,8 %.

Gewisse Substanzen, die abnormer Weise in das Blut gelangten, gehen diesem in den Speichel über: so Jod und Brom, dasselbe wird von dem ecksilber behauptet.

Der Sympathicus-Speichel ist wie der Chorda-Speichel bisher r vom Hunde untersucht worden. Er zeigt seiner Dickflüssigkeit entspre-nd ein höheres specifisches Gewicht, auch seine festen Bestandtheile betragen r als die des Chordaspeichels. Er enthält eine ziemliche Menge von Gallert-mpchen, die einen Mucin- und Eiweissgehalt erkennen lassen. Der Mucin-alt kann hier leicht durch Essigsäure, mit welcher das Mucin herausfällt, hgewiesen werden; er ist so bedeutend, dass er etwa $^1/_3$ des ganzen Speichel-umens beträgt. Die Reaktion des Sympathicus-Speichels beim Hunde ist alisch, die anorganischen Salze sind qualitativ von denen des Chordaspeichels ht verschieden.

Das Sekret der Submaxillardrüse des erwachsenen Men-

schen wirkt stark verdauend auf Stärkemehl; ZWEIFEL fand dagegen so das Sekret wie den Drüsenauszug von neugeborenen Kindern auf Amylum kommen wirkungslos.

Das Sekret der Sublingualdrüsen stimmt mit dem der Subma lardrüsen sehr vollkommen überein.

ECKHARD hat vom Menschen durch Einlegen einer Canüle in den Ausführu gang Parotisspeichel erhalten, den man auch aus zufälligen Speichelfist gewinnen kann. Derselbe ist normal ohne Gehalt an Mucin, dagegen enth etwas durch Kochen fällbares Eiweiss und oft Spuren von Rhodankali (TREVIRANUS, v. PETTENKOFER), das man durch Zusatz von Eisenchlorid, wod sich der Speichel roth färbt, durch Bildung von Eisenrhodanid, nachwe kann. Man behauptete fälschlich, dass das Rhodankalium aus kariösen cessen der Zähne stamme. LEARED leitet es aus dem Blute ab. Die Reaction Parotisspeichels ist alkalisch, specifisches Gewicht 1006—1009. C. G. MITSC LICH fand beim erwachsenen Menschen seine Zusammensetzung:

Wasser	985,4 bis	983,7
fester Rückstand	14,6 -	16,3
davon organische Stoffe	9,0	
Rhodankalium	0,3	
KCl; NaCl; $CaCO_3$	5,0	

Die paralytische Speichelabsonderung liefert grosse Men eines wenig concentrirten Speichels.

SALKOWSKI fand in dem bei Stomatitis reichlich abgesonderten Speichel auf 1 N etwa 7 Kali. Die im Tage auf diesem Wege abgegebene Kalimenge betrug 0,7 Gramm.

Bei der Submaxillardrüse ist die Frage, welche Veränderungen das Blut, rend es durch die secernirende Drüse fliesst, erleidet, in Angriff genomme es bei Chordareizung hellroth, arteriell in die erweiterten Venen einströmt, haben wir erwähnt. Es entspricht dieser veränderten Farbe und vermehrten Geschwindigkeit der bewegung durch die Drüse ein relativ höherer Gehalt des venösen Blutes an Sauerstoff, geringerer an Kohlensäure gegenüber derselben Blutart der ruhenden Drüse. Die Sympath reizung, welche den Blutstrom verlangsamt und spärlicher macht, lässt das Venenblut da ärmer an Sauerstoff und reicher an Kohlensäure werden. Es ist klar, dass wir es hier zu mit Veränderungen, hervorgehend aus den Unterschieden der Geschwindigkeit der Blutb gung, zu thun haben. Nach PFLÜGER wird durch längere Sekretion die Speicheldrüse lei weicher, absolut und relativ ärmer an festen Bestandtheilen und blässer von Aussehen. I längere Ruhe, d. h. Fasten, treten die umgekehrten Veränderungen ein, und die Farbe mehr gelb. Letzteres soll durch zahllose in den Speichelzellen sich anhäufende Molek körnchen bedingt sein. Die Drüse ist dann »geladen«.

Nach alledem können wir die verschiedene Wirkung des Sympathicus und Triger auf die Absonderung der Speicheldrüse uns so erklären: durch beide Nervengattungen die Sekretion der Drüse, die aktive Ausscheidung des specifischen Sekretes, mit dem si laden« ist, und das sich vielleicht während der Reizung zum Theil neu bildet, angeregt der Sympathicusreizung »presst« die Drüsenzelle ihren Inhalt aus, ebenso bei der Trigem reizung, das Produkt der Sekretion ist aber einmal arm an Transsudationsbe schung (vor Allem Wasser) aus dem Blut und der Lymphe, das andere mal daran reic nachdem gleichzeitig der Drüse die Aufnahme von Flüssigkeiten durch die Circulati grösserem oder geringerem Maasse ermöglicht ist. Ueber die Erklärung der Druckt schiede in der Carotis und dem Speichelgang der secernirenden Drüse wurde schon (S. 262) gesprochen. Man darf dabei auch die Bemerkung von DONDERS nicht vergessen, der hohe Druck, den LUDWIG gefunden, kein normaler ist, da nur ein geringer S

k stattfinden kann, so lange der Abfluss des Speichels frei ist, und an der Ausflussöffnung der Druck stets = 0. PFLÜGER beschreibt in der Drüse auch glatte Muskelfasern, die am Ausscheidungsdruck betheiligen könnten.

Die Absonderung des Speichels der Parotis wird normal durch reflectorische rtragung des Reizzustandes der sensiblen Mundschleimhautnerven auf den Drüsennerven r Drüse hervorgerufen. Der Einfluss psychischer Momente auf die Absonderung ist einer Drüse so deutlich wie bei dieser. Nicht nur Vorhalten, sondern schon die Vorstel- namentlich saurer Speisen lässt ihn oft bei Hungernden in starkem Strahle aus dem hrungsgang hervorspritzen.

Nach Unterbindung aller Ausführungsgänge der grösseren Speicheldrüsen kann man das liche Sekret der Schleimdrüsen der Mundhöhle gesondert gewinnen. Dieser ne Mundschleim ist (beim Hunde) diastatisch unwirksam, enthält eine grosse Menge rmter Bestandtheile: Epithelzellen und Schleim- oder Speichelkörperchen, letztere stam- sonach nach KÖLLIKER vielleicht aus keiner der grösseren Drüsen her, nach DONDERS aus Sublingualis. Nach PFLÜGER sind sie Produkt einer katarrhalischen Affektion der Schleim- der Gänge, nach Anderen wandernde Zellen aus dem Blute. Nach BIDDER und SCHMIDT hält der Mundschleim neben Wasser 10% feste Bestandtheile, von denen mehr als 6% rganischer Natur sind, davon treffen 5,3% auf Chloralkalien — Kali und Natron —, der t besteht aus phosphorsaurem Natron, Kalk und Magnesia.

Aus allen diesen Sekreten in wechselnder Menge ist der gemischte Mundspeichel mmengemengt. Seine Gesammtmenge soll nach Umrechnung bei Thieren be- achteter Verhältnisse auf den Menschen zwischen 200—1500 Gramm in Stunden schwanken. Aus einer zufällig entstandenen Fistel des Ductus Stenonianus erhielt MITSCHERLICH beim Menschen im Mittel 80 Gramm Speichel im Tage; für alle eldrüsen zusammen würde das nach VALENTIN etwa 216 bis 316 Gramm geben. BIDDER SCHMIDT halten die Mengen unter Umständen für viel grösser: 1000—2000 Gramm im F. TUCZEK bestimmte die von einem erwachsenen Menschen täglich beim Essen irte und verschluckte Speichelmenge zu 500—700 Grm. Jedenfalls wird, mögen diese mungen noch so ungenau sein, durch die Speicheldrüse dem Blute fort und fort eine bedeutende Flüssigkeitsmenge entzogen, die aber durch das Verschlucken des Speichels r in den Blutkreislauf, d. h. in den »Intermediären Säftekreislauf«, zurückgelangt.

Physiologische Wirkungen des Speichels.

Der grosse Wasserreichthum und die jedenfalls sehr bedeutende Menge des ichels lösen die in den Mund aufgenommenen, in Wasser löslichen Stoffe. e alkalische Reaktion macht es auch, wie oben erwähnt, möglich, dass che an sich in reinem Wasser unlösliche Substanzen sich in ihm verflüssigen.

Der Schleim, welchen der Speichel enthält, macht den Bissen schlüpfrig damit zum Verschlucken geschickt, und ist zugleich der Grund, dass der ichel sehr stark schäumt und viel Luft in sich einschliesst, die, mit in den n hinabgeschluckt, sich vielleicht an den Verdauungsprocessen daselbst eiligt.

Die wesentlichste Aufgabe des Speichels für die Verdauung ist die, dass er n jener einleitend genannten, an sich in Wasser unlöslichen Stoffe der Nah- : das Stärkemehl verdaut, d. h. in den löslichen Zustand überführt.

Der frische Speichel hat die Fähigkeit, Stärkemehl in Dextrin d Traubenzucker zu verwandeln.

Hierbei entsteht zunächst ein durch Jod sich rothfärbendes Dextrin (Ery-

throdextrin), aus diesem eine mit Jod sich nicht färbende Dextrinmodific (Achroodextrin), dann Zucker.

Aus rohen Stärkekörnern löst der Speichel bei 35° C. die Stärkegran auf, während die Stärkecellulose ungelöst bleibt. Es ist daher die Speiche wirkung ein Mittel, um den mit Jod sich sofort bläuenden Antheil der Stä körner (Stärkegranulose NÄGELI's) von der Stärkecellulose zu tren welche erst bei einer Temperatur von 55° C. vom Speichel gelöst wird. gegen verwandelt er bei Bluttemperatur mit grosser Raschheit gekochte Stä Stärkekleister in Zucker, ebenso alle Stärke, welche, wie dieses bei der Z reitung unserer aus Stärkemehl bestehenden oder Stärkemehl enthalte Speisen stets der Fall ist, einer höheren Temperatur ausgesetzt war.

Diese wichtige Fähigkeit wird dem Speichel durch einen nicht eiw artigen Fermentkörper (COHNHEIM, v. WITTICH) ertheilt, durch das Ptyalin, Speichelstoff (SCHWANN), die Speicheldiastase. Aus der Speic drüsensubstanz konnte v. WITTICH das zuckerbildende Ferment (mit Glyc ausziehen. Solche Fermente fand er aber auch in geringerer Menge in meisten Organen: in der Magen- und gesammten Darmschleimhaut, Pank Leber, Nieren, Gehirn, Blut und Blutserum, Galle. PASCHUTIN in der Schl haut der Trachea, Harnblase, Gallenblase und des Mastdarms.

Es ist wichtig, dass diese Einwirkung des Speichels oder vielmehr Ptyalins auf Zucker auch dann noch stattfindet, wenn die Flüssigkeit sch sauer ist. So kann sich die Wirkung des Speichels auch im Magen zu noch fortsetzen (cf. Magenverdauung).

Die Wirkung des Ptyalins wird als eine Fermentwirkung betrachtet, es soll dieser Stoff seine verdauenden Eigenschaften entfalten, ohne selbst zersetzt zu werden, so dass eine verschwindend kleine Ptyalinmenge i neue Quantitäten Zucker zu bilden vermag. Die Ptyalinwirkung verschw wie alle Fermentwirkung durch Kochen. Das Ptyalin und damit die Zucke dung kommt allen Speichelarten des erwachsenen Menschen zu.

Durch den Nachweis sacharificirender Fermente in vielen Orga und Flüssigkeiten verliert das Vorkommen des Ptyalins im Speichel einen Theil Charakteristischen. v. WITTICH meint sogar, dass das zuckerbildende Ferment dem meinen Stoffwechsel entstamme und nur in einzelnen Drüsen vorwiegend aufgehäuft w Wir werden unten noch sehen, dass ein wesentlicher Theil der dem Speichel, z. B. im M zugeschriebenen Wirkungen nach BRÜCKE's Entdeckungen auf Rechnung der Milchsä gährung zu setzen ist. Nach PASCHUTIN soll das Ptyalin durch seine Wirkung an Wirk keit abnehmen, während die durch dasselbe gebildeten Umwandlungsprodukte seine Wi nicht stören sollen. Von der Diastase, einem im keimenden Malz enthaltenen Ptyalin wirkenden Stoff, unterscheidet sich letzteres dadurch, dass es schon bei 60° ze wird, während Diastase bei 60°—70° seine stärkste Wirksamkeit entfaltet Nach KÜHNE das Ptyalin am stärksten bei 35°. ZAWILSKI gibt an, dass Dextrine durch Speichel ni Zucker umgewandelt werden, Glycogen wird durch ihn nur langsam angegriffen (SEI ohne Wirkung ist der Speichel auf Rohrzucker, Salicin und Amygdalin. O. NASSE findet sich unter Einwirkung des Ptyalins auch Amylum, wie aus Glycogen neben Ach dextrin (cf. S. 82) eine Zuckerart: Ptyalose bilde, deren Reduktionsvermögen Kupferoxyd in alkalischer Lösung nur halb so gross sei, wie das des Traubenzuckers welche durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure zu Traubenzucker werde; hierbei

…ylose von Amylum und Glycogen unter sich und beide von Maltose, dem Produkt der …astasewirkung, unterschieden.

Zur historischen Entwickelung der Verdauungslehre. — 1. Verdauung in der …ndhöhle. Vor Allem wurde die mechanische Seite der Speisezerkleinerung und Vorbe…ung zum Schlucken schon im Alterthum aufgefasst. Die Lehrer der Athletik empfahlen …ren Schülern, dass sie, wenn sie anders wollten, dass die genossene Speise ihnen Kraft …e, diese nicht blos mit den Zähnen zerreissen, sondern mit Musse zerkauen sollten. Die …speicheldrüse erhielt im Verlaufe der Zeit den Namen Parotis, der ursprünglich eine Er…kung derselben bedeutete (Galen). Ueber den Speichel, den man mit den giftigen Sekre… der Schlangen verglich, herrschten die abenteuerlichsten Anschauungen. Nach Galen …lte der Speichel der einen Thierart für irgend eine andere specifisch giftig sein, auch …nn er es für andere nicht ist. So sei der Speichel des Menschen für die Viper ein Gift und …gekehrt. Der Speichel eines Nüchternen könne einen Skorpion tödten, während der Spei…el der Viper weder für andere Vipern, noch der des Menschen für andere Menschen giftig …. Man war zu analogen Behauptungen auch durch die Giftigkeit des Geifers (wie anderer …perflüssigkeiten) wuthkranker Hunde hingeführt worden. Im zweiten Decennium unseres …rhunderts schreibt noch Magendie dem Speichel nur physikalische Wirkungen zu. Er be…chnet als die Veränderungen, welche die Nahrungsmittel im Munde erleiden, drei: Ver…erung der Temperatur, Vermischung mit den Flüssigkeiten, welche in den Mund er…en werden, mehr oder weniger starker Druck und sehr oft Theilung, Zermalmung, welche … Zusammenhang ihrer Theile zerstört. Der Nutzen der »Bespeichelung« wurde darin ge…cht, dass der grösste Theil der Speisen, welche der Einwirkung des Mundes unterworfen …, sich in dem Speichel auflösen oder sich mit ihm ganz oder zum Theil vermischen, wo… sie zum Verschlucken geeignet werden. Wegen seiner Klebrigkeit nimmt der Speichel …auf. Ob diese ganze Veränderung nur den Zweck hat, die Speisen zur Magenverdauung …ickter zu machen, oder ob sie im Munde einen Anfang der Assimilation erleiden? »Man … nichts Positives über diesen Gegenstand«, sagt Magendie mit dem wissenschaftlichen … des Nichtwissens, der ihn zu einem der bedeutendsten, weil vorurtheilsfreisten Forscher … Physiologie für alle Zeiten macht.

In Beziehung auf den Beginn der Assimilation oder wenigstens auf chemische Einwir…gen durch den Speichel auf die Nahrungsstoffe wollten Andere doch schon Beobachtungen …acht haben. Man nahm nach den Versuchen von Pringle an, dass dem Speichel anti…ptische Kräfte zukämen, dass durch ihn Fleisch längere Zeit vor Fäulniss geschützt werde. …ch Anderen sollte der Speichel ein die Gährung, vorzüglich die Weingährung, beför…rndes Mittel sein, da man erfahren hatte, dass afrikanische und amerikanische Völker …rzeln und Früchte, besonders Mais, aus denen sie berauschende Getränke bereiten, vorher …en. Der Speichel sollte Substanzen (besonders Metalle) leicht oxydiren. J. B. Siebold …rieb 1797 eine Monographie über den Speichel zunächst des Menschen in physiologischer … pathologischer Beziehung. Nach seinen und Fourcroy's Untersuchungen und Zusammen…ungen wurde der Speichel schon ziemlich genau in seinem chemisch-physiologischen …halten bekannt. Hamberger und Siebold bestimmten sein specifisches Gewicht, seine Consi…z, seine Reaktion, die man bei Gesunden für neutral hielt; seinen Eiweiss- und Schleim…alt; man wies Kochsalz, phosphorsaures Natron und phosphorsauren Kalk nach. Sein …erreichthum wurde zu $^4/_5$ seiner Menge angegeben.

1780 legte Hapel de la Chenaye die erste künstliche Speichelfistel bei einem Pferde an, … der er in 24 Stunden 12 Unzen Speichel erhielt, den er chemisch untersuchte.

Spalanzani (1786) und Réaumur wollten gefunden haben, dass Speisen rascher ver…t wurden, wenn sie vorher mit Speichel, als wenn sie mit Wasser durchtränkt waren, …che Wirkung Tiedemann und Gmelin auf den Gehalt des Speichels an kohlensaurem, essig…rem und salzsaurem Kali und Natron beziehen wollten.

Im zweiten Decennium unseres Jahrhunderts brachten die chemischen und physiologi…n Untersuchungen von Berzelius über den Speichel noch genauere Aufschlüsse. Von

Berzelius wurde die Bezeichnung »Speichelstoff« zuerst gebraucht: er sollte ein eigen rischer Stoff sein, der den Hauptbestandtheil der organischen festen Stoffe des Speich mache. Physiologisch-chemische Wirkungen wurden diesem Salivin oder Ptyalin wenig zugeschrieben, dass Berzelius im Gegentheil behauptete, dass der Speichel an sich aus den Nahrungsstoffen nicht mehr als reines Wasser ausziehe. J. Müller b diese Bemerkung für das Fleisch, das er vergleichend mit Wasser und Speichel delt hatte.

Im Jahre 1831 entdeckte Leuchs die Eigenschaft des Speichels, aus Stärkemehl und Zucker zu bilden, was von Schwann sogleich bestätigt wurde. Man leitete nun die kung von einem der Diastase des Malzes analogen »Ferment« her, auf das man den Berzeli Namen »Speichelstoff, Ptyalin« übertrug. Lassaigne und Magendie (1845) suchten d cifische Wirkung des Speichels anderen thierischen Stoffen gegenüber zu bestreiten, B und Barreswil verlegten die specifische Wirkung in den Mundschleim, und der Erstere (1847) die Wirkung des Speichels darum als eine minimale betrachten zu müssen; d allein in der alkalischen Reaktion des Speichels suchte (wie van Stetten), so sollte sie im sogleich sistirt werden durch die Einwirkung des sauren Magensaftes. Jakubowitsch achtete, was Donders bestätigt, dass dem gemischten Mundspeichel die zuckerbildende schaft in höherem Maasse zukäme als den einzelnen Speichelarten, dass aber der Mund an dieser Wirkung keinen Antheil nehme. Derselbe mit Frerichs, Lehmann, Donders erweisen, dass auch schwach angesäuerter Speichel noch seine zuckerbildende W fortsetze, für den Fortgang des Processes im Magen wurde dieser Beweis noch eigens g Die übrigen wichtigeren, neueren Untersuchungen sind oben erwähnt. Bernard fälschlich, dass nur der zersetzte Speichel wirke. Während man früher das »Speichelfe wie alle anderen Fermente für einen Eiweisskörper hielt, bezweifelt man da (Cohnheim). Hallier wollte den reichlichen mikroskopischen Pilzen der Mundflüssigk unten) die zuckerbildende Rolle zuschreiben, was von Bezold widerlegt wurde.

Zur Entwickelungsgeschichte der Drüsen der Mundhöhle. — Nach K werden die Schleimdrüsen der Lippen, Zunge, des Gaumens erst im vierten Mo Embryonallebens angelegt. In ihren ersten Anfängen sind sie nichts anderes als einfach Sprossen der tieferen Epithelialschichten. Nach demselben Schema scheint die Bild Speicheldrüsen zu beginnen, die dann nach den Untersuchungen von E. H. J. Müller, R. Wagner u. A. in ganz analoger Weise verläuft, wie oben, S. 168, die Bild Milchdrüse nach Langer beschrieben wurde, und zwar bis ins Einzelnste. Sie werde zweiten Hälfte des zweiten Monats angelegt und schreiten in ihrer Entwickelung ras so dass sie im dritten Monat, abgesehen von der Grösse, schon ziemlich ausgebild Zuerst tritt die Submaxillaris auf, dann die Sublingualis, zuletzt die Parot Tonsillen erscheinen im vierten Monat als einfache Spalten, die sich im Grunde z Säckchen mit kleinen Nebenhöhlen erweitern. In der Wand zeigen sich im Bindegew Schleimhaut zunächst unabgegrenzte reichliche Zelleneinlagerungen. Die Abschnü Follikel ist durch Entwickelung stärkerer Bindegewebszüge um Zellengruppen zu E Embryonallebens vollendet (Kölliker). Analog ist die Bildung der Schleimbä Zungenwurzel.

Man behauptete, dass den Neugeborenen in den ersten Lebenswochen n Speichelabsonderung fehle und damit die Fähigkeit, Stärke im Munde zu Zucker dauen. Korowin fand, dass eine wenn auch sehr geringe Speichelmenge schon in de Lebenstagen abgesondert werde (2^{cc} pro hora), welche Zucker bildete. Er und konnten auch aus der Parotis der Neugeborenen das sacharificirende Ferment da Zweifel vermisste dasselbe im Extract der Submaxillaris. Speichelmenge und bildung steigen von der Geburt an. Nach Bidder und Schmidt fände jedoch währ ganzen Säuglingszeit keine eigentliche Speichelbildung statt. Man hat die geringere Sp bildung bei der Ernährung der Kinder zu berücksichtigen, da sie dadurch zur Mehl

weniger fähig sind (S. 266), ihr Pankreas erlangt erst mit zunehmendem Alter (bis zum l. Jahr) seine volle zuckerbildende Kraft (Korowin) (cf. unten).

Zur vergleichenden Anatomie und Physiologie. — Grössere Drüsen der Mundschleimhaut (Gegenbaur) fehlen den Amphibien und Fischen, bei denen nur zerstreute kleinere Drüsen vorkommen. Bei den Reptilien finden sich grössere längs der Kieferränder gelagert: Lippendrüsen (cf. unten). Bei den Schlangen bilden die Giftdrüsen ein mächtigeres Drüsenorgan. Mitchell bezeichnet den »giftigen Stoff« in den Klapperschlangen als Crotalin, soll durch Kochen und manche chemische Einflüsse seine Giftigkeit nicht verlieren. Bei den Schildkröten treffen wir unter der Zunge auf ein Drüsenpaar, das man als Speicheldrüsen anspricht. Bei Vögeln und Säugethieren finden sich konstant grössere Speicheldrüsen vor, die zur Bildung einer Mundhöhlenflüssigkeit beitragen und die man als Submaxillares, Sublinguales und Parotis bezeichnet. Letztere münden bei den Vögeln im Mundwinkel, ihre Sekretion ist meist unbedeutend, nur bei jenen Vögeln der Küste des indischen Archipels, welche die essbaren Vogelnester bauen: Collocalia fuciphaga und esculenta, ist während des Nestbaues die Absonderung einer zähschleimigen Flüssigkeit reichlich, welche der Hauptmasse nach aus Mucin besteht (Hoppe-Seyler). Die bedeutendste Entwickelung und den bedeutendsten Umfang erreichen die Speicheldrüsen bei den auf vegetabilische Kost angewiesenen Thieren, bei denen auch die durch sie abgesonderte Flüssigkeitsmasse eine sehr viel bedeutendere ist als bei den Fleischfressern, bei denen die Drüsen weniger entwickelt sind. Bei den Pinnipediern sind sie noch geringer entwickelt, besonders die Parotis; sie fehlt bei einigen; auch den Cetaceen fehlen Speicheldrüsen. Die Schleimdrüsen entwickeln sich bei manchen Säugethieren in einzelnen Gruppen sehr bedeutend. Bei manchen Carnivoren findet sich noch eine in der Orbita gelagerte Glandula zygomatica, auf die man bei ...chen über den Mundschleim Rücksicht zu nehmen hat. Bei den Carnivoren — dem ... — fehlt nach älteren Angaben das Zuckerbildungsvermögen dem Parotidenspeichel gänzlich; die anderen reinen und gemischten Sekrete besitzen es wenn überhaupt nur in geringem Grade. Auch Schwefelcyan fehlt dem Hundespeichel (Hoppe-Seyler). Hier ist vor Allem die mechanische Wirkung des Speichels zur Geltung zu kommen, die bei Cetaceen durch das mit der festen Nahrung aufgenommene Wasser ersetzt wird. ...ewsky machte die Beobachtung, dass der gemischte Mundspeichel der Herbivoren (Schaf, Ziege) nur sehr schwach »diastatisch« wirke. Er ordnet die von ihm auf das Zuckerbildungsvermögen ihres Mundspeichels untersuchten Thiere, indem er mit den am stärksten diastatisch wirkenden Speicheln beginnt, in folgende absteigende Reihe: Ratte, Kaninchen, Katze, Hund, Schaf, Ziege. Den Parotisspeichel der beiden letztgenannten fand er ... wirkungslos auf Stärke, was den bisherigen Annahmen widerspricht. Auszüge der Speicheldrüsen gaben ihm aber ein positives Resultat, in Beziehung auf die Stärke der Zuckerbildung blieb die oben gegebene Reihe geltend. Die wässerigen Muskelauszüge fand ...ber kaum weniger stark diastatisch wirksam wie die der Speicheldrüsen. Die Frösche ...en keine eigentlichen Speicheldrüsen, einfache Krypten sondern ein schleimiges Sekret ..., welches nach Lépine durch Reizung der Zungennerven vermehrt werden kann und diastatische Wirkung zeigt. Hunde ertragen die Exstirpation aller Speicheldrüsen (Fehr u. A.).

Die Drüsen der Wirbellosen, die man als Speicheldrüsen anspricht, sind von besonderer Wichtigkeit für den allgemeinen Bau dieser Drüsengattung. Leydig theilt die hierher gehörenden Bildungen in drei Gruppen. Die erste umfasst die wirklich einzelligen Drüsen, wie sie bei Hirudineen sich finden. Hier scheint sich die Membran der Sekretions... unmittelbar zu dem oft sehr langen Ausführungsgang zu verlängern. Die zweite Gruppe ...t die einzelligen Drüsen, deren Zellmembran aber geschlossen ist, sich also ...t in den Ausführungsgang fortsetzt; jede einzelne Sekretionszelle liegt für sich in einer ...en Tunica propria mit Ausführungsgängchen, das in den gemeinsamen Ausführungsgang, Flimmerepithel zeigt, mündet. Hier haben wir das einfachste Bild einer traubenförmigen ...e. So bei Helix, Limax u. a. Eine eigenthümliche Modification dieses Drüsentypus bil... die obere Speicheldrüse der Biene. In der dritten Gruppe treten die mehrzelli-

gen Drüsen auf, bei denen eine grössere Anzahl von Sekretionszellen in einer gemeinsam bindegewebigen Tunica propria liegt. Hierher gehören die unteren Speicheldrüsen der Bie die Speicheldrüsen der Paludina vivipara, Littorina u. a., der Pteropoden, Heteropoden, A throposen. Eine Art Speicheldrüsen sind auch die Spinndrüsen (Serikterien) der Raupen, deren kolossalen Zellen H. Meckel die nur bei Insecten (Hautdrüsen und Epidermiszellen d Darms gewisser Raupen) sich findenden verzweigten Kerne auffand. Das Sekret der Spi drüsen besteht aus einer wässerigen Flüssigkeit und einer elastischen zähen Substanz, die Faden den Canal des Drüsenschlauchs gerade oder geschlängelt durchläuft (Leydig). — den Wirbellosen kommt vielleicht in einigen Fällen schon eine vollkommene V dauung in der Mund- und Rachenhöhle zu Stande, wofür Leydig z. B. die Larve von C thra plumicornis anführt. Hier kommt das ganze, von der Larve erhaschte und in den Phar eingetriebene Thier nicht über diesen Abschnitt des Nahrungsrohres hinaus, in dem eine b stimmte fischreusenähnliche Vorrichtung allen festeren Theilen den Durchgang zum Schl verwehrt. Es bleibt daher im Pharynx z. B. der verschluckte Wasserfloh so lange liegen, seine der Einverleibung fähigen Stoffe von ihm ausgezogen sind. Diese können in flüs Form die »Fischreuse« passiren und gehen durch den engen Schlund, und es darf hier wohl hoher Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass bei dieser Vorverdauung im Phar das Sekret der Speicheldrüsen, welches sich im Speichelbehälter angesammelt haben ka eine mitwirkende Rolle spielt; das Chitinskelet des eingewürgten Thieres aber muss wi durch die Mundöffnung auswandern, wobei eine theilweise oder vollständige Umstülpung Pharynx erfolgt. Bei den Schlangen nimmt das Sekret der Drüsen der Mundhöhle (G drüsen) eine giftige Beschaffenheit an; bei manchen Insecten, z. B. vielen Hemipteren, das Sekret eine reizende Wirkung auf die Wunde. Bei Insecten, bei welchen man obere untere Speicheldrüsen unterscheidet, ist das Sekret derselben verschieden z. B. bei Honigbiene (deren Speichel »diastatisch« wirkt nach Erlenmeyer und v. Planta-Reic scheiden die unteren Speicheldrüsen eine zähe, das Licht stark brechende Materi die wahrscheinlich ein Kittstoff ist, um die aus den Leibesringen schwitzenden W stückchen zu verbinden (Leydig). Bei den Ameisen scheint auch das Sekret der unteren cheldrüsen zum Auskitten ihres Baus zu dienen (H. Meckel). In dem Speicheldrüsen von Dolium Galea Lam., einer der grössten Schnecken Siciliens, welches eine farblose, w serhelle, stark sauer reagirende Flüssigkeit darstellt, die in Berührung mit kohlensaur Kalk heftig Kohlensäure entwickelt, fanden Bödeker und Troschel 0,4 % freie Salzsä und 2,46 % freies Schwefelsäurehydrat; ausserdem fanden sie noch 1 % schwe saure Salze, 1,6 % Magnesia, Kali, Natron, etwas Ammoniak, Kalk nebst organischer Subst und 93,8 % Wasser. Die Schnecke vermag diesen Speichel mit grosser Gewalt auszuspri und scheint sich desselben auch als Waffe zu bedienen. Physiologisch steht er dem Mag saft näher als dem Speichel, doch ist Pepsin oder ein ähnlich wirkendes Ferment in ihm ni nachgewiesen. Panceri und de Luca, welche die Angaben für Dolium bestätigten, fanden auch anderen Schnecken: Tritonium, Cassis, Murex, Aplysia u. a. Sekrete mit freier Schwefelsäu

Krankhafte Veränderungen des Speichels und Untersuchungsmethoden f den Arzt. — Wir haben schon erwähnt, dass gewisse in den Blutkreislauf gelangte Sto Jod, Brom etc. im Speichel abgeschieden werden, und zwar im Drüsenspeichel. Ob das b Quecksilberspeichelfluss in der Flüssigkeit gefundene Quecksilber aus dem Speicheldrüs sekrete stammt oder ob dasselbe nur ein Bestandtheil der bei diesem Process massenhaft a gestossenen Mundepithelien ist, ist noch nicht entschieden. Das Letztere ist wahrscheinlic (Kühne), da alle Gewebe Quecksilber in sich binden, so dass man es nach Quecksilbe kuren in allen in grösserer oder geringerer Menge nachweisen kann (cf. Leber). Der Spe chelfluss hängt bei Quecksilberkuren von dem gereizten Zustand der Mundschleimhaut a Auch ohne Quecksilber kann man bei Geisteskranken eine abnorme Steigerung der Spe chelsekretion beobachten, die zum Theil auch aus Reizungszuständen der Mundschleimhau vielleicht (?) aber auch aus Reizung der centralen Nervencentren der Speichelsekretion sic erklären. Auch Jodkalium und andere Kalisalze bewirken Speichelfluss.

In den späteren Stadien fieberhafter Krankheiten ist die Absonderung des Speichels absolut vermindert, seine zuckerbildende Fähigkeit dagegen meist relativ gesteigert. C. G. MITSCHERLICH beobachtete an dem Speichel, der aus einer zufälligen Fistel des Ductus Stenonianus bei einem Menschen abfloss, fast immer saure Reaktion; dasselbe fand MOSLER an dem durch eingelegte Kanülen gewonnenen Parotidenspeichel eines Diabetikers. Im Typhus stagnirt der Speichel in der Parotis und nimmt saure Reaktion an. Offenbar handelt es sich hier um eine Erkrankung der Drüse, da Säuren nicht in den Speichel übergehen (KÜHNE). Bei Morbus Brightii und nach Unterbindung der Nieren fand man im Speichel, auch im reinen Drüsensekret Harnstoff. Gallensubstanzen und Zucker (?) gehen nicht in den Speichel über (cf. Sputum bei den Respirationsorganen). Von den Speichelsteinen war schon oben die Rede; sie kommen im Ductus Stenonianus und Whartonianus vor. Sie bestehen vorzüglich aus kohlensaurem Kalk mit wenig phosphorsaurem und einer organischen Materie: Albuminate mit Ptyalin. Dieselbe Zusammensetzung haben die »Zahnsteine« bei unreinlich gehaltenen Zähnen. Man erkennt das Ptyalin leicht daran, dass man den gepulverten Stein in verdünnter Essigsäure löst, dann die Flüssigkeiten mit Ammoniak fast vollkommen abstumpft und sie nun zu gekochter reiner Stärke (die man womöglich selbst aus zerriebenen Kartoffeln als Bodensatz gewonnen, gewaschen und an der Luft getrocknet hat) setzt. Sehr rasch tritt die Zuckerreaktion (cf. Harn) auf. Die Stärke des Handels ist meist schon etwas zuckerhaltig. Die Caries der Zähne soll von saurem Speichel oder Mundschleim erzeugt werden, die saure Reaktion durch Gährungen in der Mundhöhle. In der Mundhöhlenflüssigkeit, im Zahnbeleg, Zungenbeleg, finden sich normal ungemeine Mengen von Spaltpilzen: Leptothrix (HALLIER), kleinste Zellen-Stäbchen und Zellchen. Sie kommen in allen stagnirenden und faulenden animalen Substanzen in grösster Menge vor, im Magen, im Darm, in den Exkrementen werden sie niemals vermisst. Sie sind jenen ganz ähnlich, die man vorzüglich bei Wundbrand, Diphtherie etc. findet. Ihre Bedeutung beruht im Speichel und Magen vielleicht in der Einleitung oder in der Mitbetheiligung an Milchsäuregährung (cf. Magenverdauung, Abbildung bei Harn). Saure Mundflüssigkeit (Milchsäure), wie sie bei Säuglingen durch Unreinlichkeit so rasch auftritt, unterstützt die Entwickelung des Soorpilzes im Munde. Ueber die saure Reaktion der Mundflüssigkeit gibt Lakmuspapier Aufschluss.

Siebentes Capitel.

Der Verdauungsvorgang im Magen.

Schlund und Speiseröhre.

Schlund und Speiseröhre.

Die Verdauung hat schon an einem der wichtigsten Nahrungsbestand begonnen, wenn der Bissen aus der Mundhöhle dem Schlunde und dur Speiseröhre dem Magen übergeben wird. Schlund und Speiseröhre l bei dem Menschen keine verdauende Einwirkung auf die rasch durchpassi Nahrung erkennen. Die Contractionen der quergestreiften, meist noc Knochen entspringenden Muskeln des Schlundes dienen dem Schluckakte.

Die Schleimhaut des unteren Theiles des Schlundkopfes besitzt Pl epithel und, wenn auch sparsam und wenig entwickelt, Papillen. Der Abschnitt des Schlundes — der respiratorische — besitzt Flimmerepithel die übrige Schleimhaut der meisten Respirationsorgane und hat mit der I derung des Bissens Nichts zu schaffen. Der Schlund zeigt in seiner Sch haut traubenförmige kleine Schleimdrüsen und Balgdrüsen, die in ihrem denen in den Mandeln entsprechen. An der Speiseröhre tritt der volle I charakter mehr und mehr hervor. In ihrem oberen Abschnitt zeigt sic Muskelhaut noch quergestreift und in einzelne Muskeln individualisirt. Je sich die Speiseröhre dem Magen nähert, um so mehr mischen sich glatte F ein, aus denen am Ende wohl die ganze Muskelhaut besteht. Die Schlei der Speiseröhre zeigt wie die des Schlundes noch Papillen und ein zie festes Pflasterepithelium, sowie traubenförmige Schleimdrüsen.

Zur vergleichenden Anatomie und Physiologie. — Der Schlund und die Speis sind sehr eng bei Thieren, die ihre Nahrung in sehr zerkleinertem Zustande geniesse die Nagethiere und Krautfresser, während die eigentlichen Raubthiere eine weite Speis besitzen. Sehr weit sind sie auch bei Haifischen und Schlangen. Bei letzteren sind ihr dungen aber so dünn, dass man daran denkt, es könnten auch die Muskeln der äussere perwandung, in soweit sie die Speiseröhre umgeben, durch Zusammenziehung den Sc akt unterstützen. Bei Coluber scaber durchdringen mit Email bekleidete Fortsätze der die Wand des Oesophagus zahnartig in einer Reihe. — Bei den Vögeln kommt häufig ei weiterung der Speiseröhre, der Kropf vor, der auch eine blindsackartige Erweiterun stellen kann, in welcher die Schleimhaut charakteristische Modificationen des Drüsenap zeigt. Am meisten findet er sich bei fleisch- und körnerfressenden Vögeln. In dem werden die Speisen aufgehäuft und besonders Körner quellen in ihm an und treiben l

Durch den Keimungsprocess wird Stärkemehl in Zucker verwandelt, der Vorgang ist also physiologisch von gleichem Werth wie die Speichelverdauung; das Sekret der Divertikel selbst zeigt keine Fermentwirkung, es reagirt meist alkalisch, bei einigen Vögeln aber auch normal sauer (JOBERT). Bei den Tauben, Männchen wie Weibchen, sondert in der Brütezeit der Kropf aus einer eigenthümlichen Drüse, dem Ansehen nach den Windungen des Gehirns ähnlich, eine breiige, milchige Masse ab, die zur Ernährung der Jungen mit verwendet wird: Kropfmilch (J. HUNTER); die Sekretion beginnt 3—4 Tage vor dem Ausschlüpfen der Jungen und hält etwa ebenso lange nachher an. CL. BERNARD vergleicht sie mit der Milchabsonderung der Säugethiere, LECOMTE fand ihre Zusammensetzung: Casein und Salze 23,23%, Fett 10,47%, Wasser 66,30%. Nach v. SWIECICKI bildet die Oesophagus-Schleimhaut bei Fröschen die Hauptmenge des Pepsins, weit mehr als die Magenschleimhaut selbst, aber keine Säure.

Der Magen, die Magenschleimhaut.

Man hat früher den Magen als das Centralorgan der Verdauung betrachtet. Die Speisen verweilen im Magen eine längere Zeit, wobei ein Theil des in der Nahrung aufgenommenen Eiweisses in einen Zustand: Pepton übergeführt wird, in welchem es leichter zu einem Bestandtheile der Säfte des Organismus werden kann.

Wenn die Speisen den Magen verlassen, so sind sie zu einem Brei, Chymus verwandelt, welcher sich zwar chemisch noch nicht sehr bedeutend von der Zusammensetzung der genossenen Nahrungsmittel verschieden zeigt, in physikalischer Beziehung aber sehr veränderte Verhältnisse erkennen lässt.

Die verdauende Fähigkeit des Magens gipfelt, wie die der Mundhöhle, in einer specifischen Flüssigkeit, dem Magensaft, welcher in Folge von Reizungen reichlich auf die Oberfläche der Magenschleimhaut von den Magendrüsen ergossen wird.

Die Schleimhaut des Magens (KÖLLIKER) besteht fast lediglich aus Magensaftdrüsen. Sie ist weich und locker; bei leerem Magen blaulich oder weisslich, während der Verdauung lebhaft roth gefärbt, da dann die Blutgefässe wie bei allen absondernden Drüsen z. B. bei den Speicheldrüsen erweitert, stärker gefüllt und rascher durchströmt sind, auch die Venen enthalten dann ein heller rothes Blut. Kleine Längsfältchen, welche die Schleimhaut des nüchternen, leeren Magens erkennen lässt, verstreichen, wenn der Magen sich füllt. Im Pylorustheil und um die Labdrüsenmündungen finden sich kleine netzförmig verbundene Fältchen und freie Zöttchen. In der Nähe des Pylorus ist die Schleimhaut am dicksten, 1,7 — 2 mm, am dünnsten ist sie in der Nähe des Magenmundes, wo sie oft nur eine Dicke von 0,5 mm zeigt. Die Oberfläche des Magens ist mit einem Cylinderepithel bedeckt.

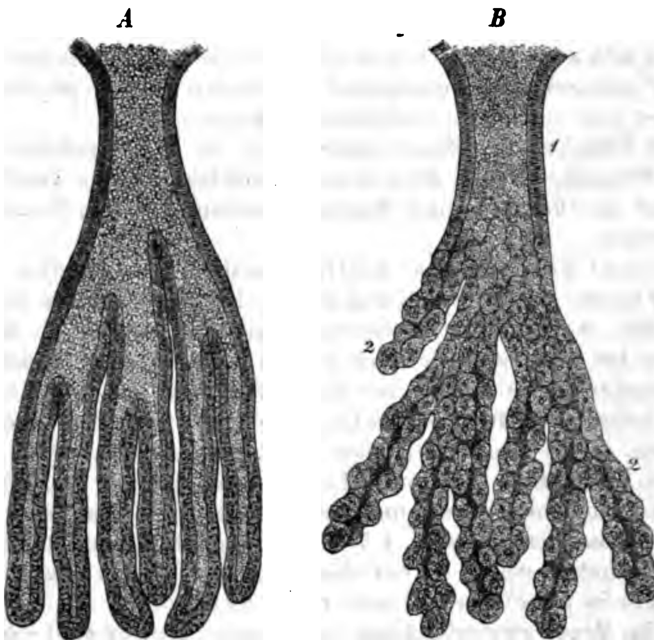
Es finden sich im Magen zweierlei Arten von Drüsen: Magensaft- oder Labdrüsen und die Magenschleimdrüsen. Für den chemischen Akt der Verdauung hielt man bisher nur die ersteren von Wichtigkeit. Die Magenschleimdrüsen finden sich am Pylorustheile des Magens, der während der Verdauung blass bleibt. Sie sind zusammengesetzt-schlauchförmig und besitzen Cylinderepithel bis in die cylindrisch geformten Endschläuche (Fig. 65 A). [illegible] sah am Pylorus echte traubenförmige Drüsen, welche auch sonst im Magen zerstreut vorkommen (FREY).

Das alkalische Sekret der Magenschleimdrüsen überzieht im

nüchternen Zustande die innere Magenoberfläche, besonders dick am P
theile. Es betheiligen sich an der Schleimproduktion des Magens au
Cylinderepithelien der Magenoberfläche. Ob sie ihr Sekret austreten
oder ob sie bei der Sekretion ganz zerstört werden, ist nicht mit Bestin
erkannt. Die letztere Annahme, gegen welche auch die neueren Beobach
an anderen secernirenden Zellen, z. B. in den Milch- und Speichel
sprechen, macht Schwierigkeiten, da die Cylinderepithellage nur eine e
ist, wenn man nicht mit Kölliker die Möglichkeit einer Quertheilu
Cylinderzellen annehmen will, worauf vielleicht ein hier und da vorkom
zweiter Kern in einer Zelle hindeutet. F. E. Schulze fand zwischen c
teren, verschmälerten Enden der Cylinderzellen kleine rundliche Zelle
denen der Ersatz vielleicht ausgehen könnte, was durch ihre Bezeichnu
satzzellen« angedeutet werden soll.

Die Magensaftdrüsen sind, wie die Magenschleimdrüsen, sc
förmig gebaut, doch zeigen sie sich nur manchmal in reichlicher Weise ve
wie wir es bei letzteren als Regel erkennen, z. B. um die Cardia (Fig.

Fig. 65.



Zusammengesetzte Drüsen aus dem menschlichen Magen, 100mal vergr. *A* Magenschleimdrüse vom Py
B Magensaftdrüse von der Cardia. 1. Gemeinschaftliche Ausmündungshöhle (stomach cell Todd-Bowma
einfachen Schläuche bei *A* mit Cylinderzellen, bei *B* mit Labzellen. *C* Einzelne Labzellen, 350mal
a grössere: delomorphe Zellen; *b* kleinere: adelomorphe Zellen.

Eine dicht neben der anderen stehend, durchsetzen sie die ganze Schlei
dicke bis zur Muskellage und sind je nach der Dickenausdehnung der S
haut von verschiedener Länge.

Wenn der Schleim von der Magenoberfläche entfernt wird, so zeig

ihr kleine, runde, mit der Loupe erkennbare Grübchen, die mit Cylinderepithel tapezirt sind. In jedes solche Magengrübchen, das man als den gemeinsamen Drüsenausgang ansprechen kann, mündet eine Anzahl von Labdrüsen. HEIDENHAIN bezeichnet das Magengrübchen als Drüsenausgang, den ihren meist engeren Theil der Drüse als Drüsenhals, den übrigen Haupt-Abschnitt als Drüsenkörper.

Jede Magendrüse wird von der Umgebung durch eine Membrana propria abgetrennt, in welcher sich sternförmige Zellen zeigen (HENLE, BOLL), wie solche für die Membrana propria acinöser Drüsen charakteristisch sind (BOLL). In dem Schlauche der Membrana propria finden sich grosse, rundliche oder eckige, kernhaltige Zellen, meist mit kernigem Inhalte: die Labzellen, delomorphe Zellen (ROLLETT) oder Belagzellen (HEIDENHAIN). Ausser diesen grösseren, nicht kontinuirlich das Lumen des Drüsenkörpers auskleidenden Zellen besitzen die Labdrüsen noch eine grössere Anzahl kleinerer Zellen, die das eigentliche, an das Cylinderepithel der Drüsenmündungen sich anschliessende kontinuirliche Drüsenepithel darstellen sollen, adelomorphe Zellen (ROLLETT), Hauptzellen (HEIDENHAIN). Sie liegen auch über den Belagzellen im Drüsenkörper, so dass diese dann nicht direct das Lumen dieses Drüsenabschnittes berühren. Im Drüsenhals finden sich fast nur Labzellen, im Drüsenausgang Cylinderzellen.

Die Drüsen stehen in der Magenschleimhaut so dicht neben einander, dass dem Bindegewebe wenig Raum mehr übrig bleibt. Am entwickeltsten findet sich dieses an dem Grunde der Drüsen untermischt mit zahlreichen glatten Muskelfasern, die dort eine selbständige Lage bilden und sich kreuzend zwischen die Drüsen hereinziehen (BRÜCKE), bei deren Entleerung sie unzweifelhaft mitwirken.

Ausserdem steigen zwischen den Drüsen zahlreiche Gefässe auf, die, sich unter verbindend, ein zierliches Netz um die Schläuche herumspinnen. Die Arterien werden schon zu sehr zarten Stämmchen, ehe sie die Schleimhaut erreichen, zwischen den Drüsen spalten sie sich zu Kapillaren. Alle Drüsenmündungen sind mit Blutgefässringen umgeben, die sich unter einander vereinigend von oben gesehen als ein regelmässiges Maschennetz erscheinen. Die aus diesem Netze entspringenden Venen sind ziemlich weit, bilden unmittelbar unter der Schleimhautoberfläche ein dichtes Netzwerk (BRÜCKE) und durchlaufen dann ohne viele Verzweigung die Schleimhaut.

Unter den Magensaftdrüsen findet sich ein Netz von feinen Lymphgefässen, ein anderes liegt in der Submucosa, das man bei Thieren und Menschen, welche in der Verdauung starben, mit Lymphe gefüllt sehen kann. Aus ihm sammeln sich die grösseren Stämmchen, welche schliesslich die Muskelschicht in der Gegend der Curvaturen durchsetzen. Von Lymphdrüsen finden sich geschlossene Follikel, sogenannte linsenförmige Drüsen in unbestimmter, geringer Anzahl.

Nerveneinfluss auf die Magensekretion.

Es ist noch nicht gelungen, das Verhalten der Nerven in der Magenschleimhaut zu den Absonderungszellen zu erkennen. Die Nerven stammen von Vagus und

Sympathicus und führen in ihrem Verlaufe zahlreiche, kleine Ganglien (Rema, Meissner, Billroth). Fast ebenso wenig ist über die Wirkungen der sekretorischen Nerven ermittelt. Man kennt noch nicht mit voller Sicherheit d Bahnen, auf denen der Erregungszustand den Magendrüsen zugeleitet wird.

Wie alle Drüsen, so secerniren auch die Magendrüsen nur auf nachwei bare Reizung. Es scheint, dass die sensiblen, chemischen Reizungen der Ma genschleimhaut, hervorgebracht normal durch verschluckte Stoffe, vor All durch Gewürze, oder experimentell durch mechanisches Berühren der blossli genden Magenschleimhaut mit einer Federfahne oder einem Glasstabe, w dieses bei Magenfisteln leicht ausführbar ist, auf sekretorische Fasern durch R flexe in Ganglienzellen, vielleicht in der Magenschleimhaut selbst gelegen, üb tragen werden. Verschluckter Speichel reicht schon hin, die Magensekreti anzuregen, und es liegt in dieser die Magenthätigkeit anregenden Eigensch eine der Aufgaben der Speichelsekretion. Die Sekretion des Magensaftes s scheint unabhängig davon, ob die zum Magen tretenden Nerven, z. B. d Vagus, durchschnitten sind oder nicht. Während der Sekretion ist die Bl durchströmung durch den Magen gesteigert (S. 277).

Gewürze: Pfeffer, Zimmt, Ingwer, Kochsalz regen die norm Sekretion des Magens an. Buchheim gibt an, dass Bitterstoffe die Mag verdauung nicht befördern. Alkohol fällt das Pepsin, welches sich bei hi reichender Wasserzufuhr wieder löst.

Das Sekret des Magens und seine Wirkung.

Im nüchternen Magen findet sich eine schleimige, sehr schwach sauer, n tral oder selbst alkalisch reagirende Flüssigkeit. Dieser Magenschleim hält ausser dem structurlosen Schleime eine Anzahl halbzerfallener Cylin zellen aus dem Epithel des Magens und der Schleimdrüsen. Wenn die gesa Magenschleimhaut irgendwie sensibel gereizt wird, tritt sogleich eine st saure Reaktion der Magenflüssigkeit auf. Bei mechanischer Reizung einer vor trockenen Schleimhautstelle, bei einer Fistel z. B., sieht man zuerst in klein Tröpfchen, die sich dann zu grösseren Tropfen vereinigen, den Magensaft a den Drüsenöffnungen hervortreten als eine wasserklare, farblose, nicht schle mige Flüssigkeit mit intensiv saurer Reaction.

In neuerer Zeit ist die Veränderung der Magendrüsen durc ihre Sekretionsthätigkeit Gegenstand eingehender Untersuchung g wesen. F. E. Schulze fand in den Magenschleimdrüsen offene Cylinde zellen »Becherzellen«. Man glaubt (W. Ebstein), dass bei der Sekretion d Drüsenzellen dieselben ihren schleimigen Inhalt abgeben. Im Hungerzustan ist das Protoplasma der Labzellen in den Magensaftdrüsen nur leicht granu lirt (Heidenhain, Rollett), während die reichlichen kleineren Drüsenzellen d Drüsenkörpers (Hauptzellen) dunkelkörnig erscheinen. Bei verdauendem Mag erscheinen zuerst die Labdrüsen besonders bedeutend in dem Breitendurc messer vergrössert. Die Hauptzellen erscheinen beträchtlich geschwellt un durch feinkörnige Masse getrübt. Diese Zellen färben sich nun mit Karmi was sie im ruhenden Zustande der Drüse nicht thun, und was nach meine Beobachtungen über die Ursache der Färbung mit Karmin auf einer chemische

derung des Zelleninhaltes und zwar auf dem Eintreten einer sauren on beruht (cf. oben S. 93). Die Labzellen, welche sich auch in der len Drüse färben, sonach auch dort Säure enthalten und einen regen echsel besitzen, sind in der arbeitenden Drüse ebenfalls stark vergrössert. ossene Zellen oder Theilungen, welche auf eine Neuproduktion von Zellen en wären, wurden nicht beobachtet. In den späteren Verdauungsstun-wellen Drüsen und Drüsenzellen wieder ab, die Hauptzellen verkleinern ır, behalten aber zunächst noch ihre Tinktionsfähigkeit bei (HEIDENHAIN). findet die angegebenen Differenzen nicht so deutlich ausgesprochen wie AIN. Die Ausscheidung lässt also auch hier den oben bei den Speichel-schematisch dargestellten Vorgang bei der Drüsensekretion annehmen. ie Nervenwirkung, Reizung werden zunächst chemische Umgestaltungen ildung) im Protoplasma der Drüsenzelle erzeugt. Diese kann nun Flüs-n in sich und den umspülenden Parenchymsäften aufnehmen, sie schwillt ch »Contraction« des Protoplasma wird die aufgenommene Flüssigkeit »Ladung« der Drüsenzelle, d. h. mit dem specifischen Sekret derselben, esst (cf. S. 261). Offenbar sind kleine und grosse Zellen der Labdrüsen nschaftlich für die Bildung des Sekrets beschäftigt, ob sie verschie-fgaben haben, ist noch fraglich. HEIDENHAIN glaubt annehmen zu dürfen, s Pepsin in den Hauptzellen entstehe, jedenfalls entsteht, wie unsere ung ergibt, in den Labzellen Säure. Während die Pepsinbildung con-h stattfindet, tritt die Säurebildung nur in Folge von Reizung auf.

iner Magensaft kann aus Magenfisteln gewonnen werden. Einige hon sind solche bei Menschen von sonst vollkommener Gesundheit be-t worden, so dass man eine normale Functionirung der Magenschleim-raussetzen konnte. Bei Thieren gelingt es bei genügender Sorgfalt ohne Störungen der allgemeinen Körper- und Magenfunctionen Magenfisteln h anzulegen und durch eingeheilte, beliebig verschliessbare Röhren ı erhalten. Durch mechanische Reizung der Schleimhaut während des s kann man aus solchen Fisteln Magensaft gewinnen, der mit etwas Ma-eim und mit mehr oder weniger Speichel vermischt ist. Um letzteren ten, muss die Speiseröhre während der Magensaftgewinnung verschlossen müssen die Ausführungsgänge aller Speicheldrüsen unterbunden wer-as selbstverständlich nur bei Thieren ausführbar ist. Der so gewonnene aft zeigt bei allen Thieren und bei dem Menschen eine auffallende Ueber-mung. Stets ist er wenig concentrirt, so dass sein specifisches Gewicht n des Wassers sich kaum unterscheidet. Er hat einen charakteristischen « Geruch und Geschmack. Die Säure des Magensaftes röthet blaues papier nachhaltig, so dass sie also keine flüchtige sein kann. Die saure fenheit rührt von freier Salzsäure her, wie PROUT und am sichersten IDT nachgewiesen haben. Doch ist die Menge der freien Säure normal ing, immerhin lässt sich aber zeigen, dass sie manche nur in Säuren lös-örper, z. B. kohlensauren Kalk, auflöst und aus ihm Kohlensäure ent-

e verschiedenen Experimentatoren schätzen die während 24 Stunden ab-rte Menge von Magensaft für den Menschen sehr verschieden hoch. SEYLER kommt, auf die Beobachtungen BEAUMONT's (cf. unten) gestützt, zu

135—180 Gramm; C. SCHMIDT berechnet aus seinen Bestimmungen ebenf an einer menschlichen Magenfistel (cf. unten), dass in 24 Stunden der Men 26,4% seines Körpergewichts = 4—4,5 Kilogramm liefere. Aus ihren obachtungen am Hunde berechnen BIDDER und SCHMIDT sogar auf 1 Kilogr Körpergewicht 100 Gramm Magensaft. Die letzteren Zahlen scheinen für n male Verhältnisse entschieden zu hoch zu sein.

Die Menge der im Magensafte enthaltenen freien Salzsäure ist sehr v schieden. Die Untersuchungen des menschlichen Magensaftes (SCHMIDT) er ben in mit Speichel und Wasser etwas verdünntem Safte nur 0,02%; be Hunde findet sich mehr: 0,3%, beim Schafe: 0,12%. Im reinen Safte sche die saure Reaktion nur auf der Anwesenheit der Salzsäure zu beruhen. Wä rend der Verdauung bilden sich aber durch Zersetzung der Speisen im Mag auch noch andere Säuren organischer Zusammensetzung: Milchsäure, Butt säure, Essigsäure, die sich dann ebenfalls an der Hervorbringung der sau Eigenschaft des Saftes und an dem Verdauungsvorgang (cf. unten Stärkev dauung im Magen) betheiligen.

Ausser der genannten Säure enthält der Magensaft das Pepsin (SCHWA das Magenferment, auf dessen Vorhandensein die hauptsächliche Wirku fähigkeit des Magens beruht. Seine Einwirkung erstreckt sich auf die Eiw stoffe und leimgebenden Gewebe, die im Magen in Pepton überge werden. Pepsin und Salzsäure sind miteinander zu einer leicht trennb Verbindung vereinigt, ein Theil der letzteren ist vollkommen frei.

Die Intensität der Wirksamkeit des Magensaftes hängt von seinem G an Pepsin und freier Säure, sowie (bei künstlichen Verdauungsversuchen) der Höhe der Temperatur ab. v. WITTICH stellte fest, dass die Verdauu Eiweissstoffen (Fibrin) um so schneller beginnt und um so rascher fortsch je grösser der Gehalt an Pepsin ist. Durch die Untersuchungen BRÜCKE's wi wir, dass der für rasche Verdauungswirkung geeignetste Gehalt des Magen an freier Säure zwischen 0,8—1,75 pro mille beträgt, bei Gehalten unter über diesen Grenzwerthen sinkt die Wirkung. Die Wirkung ist unter s gleichen Bedingungen am stärksten bei einer Temperatur zwischen 35—50°

(L. LABORDE leugnet wieder auf Grund der chemischen Wirkungen des Magensaftes Anwesenheit freier Salzsäure ganz).

Nach H. BRAUN wäre die Magensaftabsonderung eine continuirliche. Er vermisste vielbeschriebenen Wirkungen sensibler Reize, sowohl mechanischer als chemischer, Speichel fand er unwirksam. Nach GRÜTZNER ist aber dieser Zustand der continuirlichen genabsonderung auf chronischen Magenkatarrh zu beziehen, wie er bei Mage fistelhunden leicht eintritt. HAMMARSTEN constatirte, dass die Fähigkeit des Magensa (namentlich von Kalb und Schaf), Milch bei alkalischer Reaction zur Gerinnung zu bring nicht vom Pepsin, sondern von einem anderen Ferment (?) herrühre.

Pepsin und Peptone.

Man ist im Stande, das wirksame Princip des Magensaftes aus der Magenschleim frisch geschlachteter Thiere (wie die Verdauungsfermente aus anderen Organen, z. B. Speic drüsen) nach BRÜCKE's oder v. WITTICH's Methode (cf. unten) darzustellen, so dass es seine weiss verdauenden Wirkungen auch ausserhalb des lebenden Körpers entfaltet. Jede Salzsäure schwach angesäuerte Flüssigkeit, die eine geringe Menge Pepsin enthält: küns licher Magensaft, zeigt die Fähigkeit der Peptonbildung: man prüft auf die Anwes

psins dadurch, dass man eine Flocke reinen Blutfibrins in die Probeflüssigkeit bringt; er Temperatur von etwa 35° C. wird sich dieselbe, wenn Pepsin vorhanden ist, nach Zeit nach vorläufigem Aufquellen zu einer opalescirenden Flüssigkeit gelöst haben: nprobe BRÜCKE's. Auf analoge Weise kann man auch die Menge des Pepsins in einer keit schätzen.

n hat dem **Sekret der Magenschleimdrüsen**, dem »Magenschleim«, dessen relative Unwirkseit WASMANN, dem Entdecker desselben, von allen Experimentatoren bestätigt wurde, verdauenden Wirkungen zugeschrieben. Nach den Versuchen HEIDENHAIN's mit EBSTEIN liese Annahme modificirt werden zu müssen. v. WITTICH, FICK, FRIEDINGER und WOLFFetzten aber die Magensaftdrüsen und Labzellen in ihr altes Recht wieder ein. Den chleimdrüsen fehlt die verdauende Wirkung. (EBSTEIN und GRÜTZNER behaupten neuerass die mit verdünnter Salzsäure — nicht mit Glycerin — extrahirte Pylorus-Schleimrdauende Wirkungen besitze, v. WITTICH konnte diese Beobachtung bestätigen. Es er aber daran erinnert werden, dass man in verschiedenen Körperflüssigkeiten Pepsin ger Menge findet, z. B. im Parenchymsaft der Muskeln, im Harne (BRÜCKE), nach BACder Milzpulpa, sowie im venösen Milzblute. (BACCELLI meint, dass das Pepsin des ftes der Magenschleimhaut durch das venöse Milzblut zugeführt werde.)

Wirkung des Magensaftes auf die Eiweisskörper besteht darin, dass er aus den Eirpern die sogenannten Peptone bildet, welche sich in physikalischer Beziehung be-, dagegen nicht wesentlich durch ihre elementare Zusammensetzung von den Eiweissunterscheiden, aus denen sie entstanden sind. Nach THIRY's Analysen ist die Zusamtung des Eiweisses und des daraus (durch anhaltendes Kochen) gebildeten Peptons h: Eiweiss: C 51,87, H 7,13, N 16,00, S 2,12, O 23,38; Pepton: C 51,37, H 7,25, , S 2,12, O 23,11. Die sorgfältigen vergleichenden Versuche R. MALY's für Fibrin und epton hatten etwa das gleiche Resultat. Es ergab sich eine geringe Zunahme des O nahme des C und N. Darnach hält es MALY für wahrscheinlich, dass das Pepton als t der Albuminate anzusprechen sei. Nach HOPPE-SEYLER verhält sich das Pepton zu igen Eiweisskörpern wie Hydrat zu den Anhydriten, das Pepton ist derjenige Eiweisslcher bei möglichster Hydration aus allen übrigen Eiweissstoffen gebildet wird, steht darum durch alle jene Processe, durch welche man gewöhnlich eine solche on erreicht: starke Säuren, Aetzalkalien, Fäulniss und verschiedene Fermente.

MÖHLENFELD und LUBAVIN fanden neben den Peptonen bei künstlicher Verdauung (ohne ?) von Fibrin: Leucin und einen Stoff, welcher die Tyrosinreaktion gab. Ihre zwei peptone unterscheiden sich aber auch in der Zusammensetzung wesentlich vom Er glaubt sie durch Wasseraufnahme und Abspaltung von Kohlensäure aus dem Fibrin en. Ihre Peptone scheinen sonach im Gegensatz zu denen THIRY's und MALY's schon hend veränderte Eiweisszersetzungsprodukte zu sein.

	Fibrin: (DUMAS und CAHOURS)	Fibrin: (R. MALY)	Fibrinpeptone: (MÖHLENFELD) I.	Fibrinpeptone: (MÖHLENFELD) II.	Fibrinpeptone: (R. MALY)
C	52,7	52,51	47,71	44,96	51,40
H	7,0	6,98	8,37	7,88	6,97
N	15,7	17,34	15,40	17,85	17,13
O + S	24,6		S 0,89	S unbestimmt.	

y und PLOSZ haben durch Fütterungsversuche an Hunden und Tauben die Thatsache lt, dass die Peptone im Körper in gewöhnliche Eiweissstoffe (Geldner) zurückverwandelt werden können.

Wirkung des Pepsins erfordert die Anwesenheit einer freien Säure, welche aus den ten die in Säuren lösliche Modification Parapepton oder Syntonin = Acidalbulet. Der Säure gegenüber verhalten sich die verschiedenen Eiweissstoffe etwas ver-, besonders in Beziehung auf die Zeit, welche sie zur Lösung erfordern. Blutfibrin

quillt in 0,1% Salzsäure zuerst auf, um sich dann sehr langsam zu lösen, während die Eiwei stoffe des Muskels von derselben Säure sehr leicht aufgelöst werden. Die Eiweissstoffe si dann zu Syntonin geworden, welches zwar in verdünnten Säuren, nicht aber in Wasser lö lich ist. Neutralisirt man die Säure mit einem Alkali, so fällt der gelöste Eiweissstoff galle heraus. Unter der Einwirkung des Magensaftes entsteht zuerst aus allen Eiweissstoffen ei dem Syntonin in dieser Eigenschaft analoge Lösung. Auch die in Wasser gelöst aufgeno menen Eiweissstoffe, wie rohes Hühnereiweiss werden zuerst in diesen syntoninähnlich Stoff übergeführt. Bei dem Caseïn der Milch tritt anfänglich im Magen durch eine, wel dem reinen Pepsin noch der Salzsäure allein zukommende Wirkung (S. 282) eine Gerinnu ein, die bei der Käsebereitung verwerthet wird, bei der mit einem Stückchen getrockne Magen: Labmagen das Caseïn gefällt zu werden pflegt. Im Magen unterliegt erst das geri nene Casein der verdauenden Wirkung. Kochsalz soll die Pepsinabsonderung im Ma steigern (Grützner).

Man glaubte früher annehmen zu müssen, dass die Umwandlung der Eiweisskörper Peptone im Magen nur unter der Einwirkung des Pepsins erfolgen könne. Neuerdings v. Wittich gezeigt, dass schon unter der Einwirkung der Säure allein Albuminate (Fibrin) la sam in Peptone umgewandelt werden. Unterstützt wird diese Umwandlung durch B temperatur. Die Wirkung des Pepsins besteht darin, dass es die Peptonbildung unge beschleunigt, so dass sie nur eben so viel Minuten wie ohne dasselbe Tage erfordert. Magen fehlt es also zur stärkeren Entfaltung dieser Säurewirkung an Zeit. Peptone und p tonartige Körper werden ausserdem gebildet: durch Kochen und Fäulniss (Meissner), v. Gorup-Besanez durch Ozon.

Der normale menschliche Magensaft zersetzt das Oxyhämoglobin des Blutes se rasch in Hämatin und Acidalbumin, welches in Pepton übergeht. Das Blut wird daher Magen in eine schwarzbraune Masse verwandelt.

In dem Magensafte wird auch das leimgebende Gewebe gelöst, zunächst unter dung von Leim, der dann in Leimpepton übergeht, das eine nicht mehr gelatinirende Lö bildet. Der Magensaft wandelt Knochen, Knorpel, Sehnen etc. zu Knochen- oder Knorpel um. Auch elastisches Gewebe löst sich, ebenso die Membranae propriae der Drüsen, Descemetische Haut, die Kapsel der Krystallinse, das Sarkolemm der Muskeln, die Membra der Fettzellen. Nicht angegriffen werden die Epidermisgebilde: Haare, Nägel etc., da amyloide Substanz und Nuclein. Der Leim verliert dabei wie in jeder Säure en lich seine Fähigkeit zu gelatiniren.

Man hat die Menge von Eiweiss zu bestimmen versucht, welche durch eine bestim Menge von Pepsin gelöst werden könnte. Es zeigt sich, dass, nachdem eine gewisse Me von Eiweissstoffen von der Verdauungsflüssigkeit gelöst wurde, die Lösungsfähigkeit v schwindet; neu zugesetzte Mengen werden nicht mehr verändert. Die Fähigkeit der V dauung kehrt dem Gemische aber sogleich zurück, wenn man einen weiteren Zusatz von v dünnter Salzsäure macht. Wenn auch in dieser Mischung die Peptonbildung aufhört, so r sie ein neuer Zusatz von verdünnter Säure wieder hervor. Bei der Pepsinverdauung w also Säure verbraucht, da sowohl das Acidalbumin, als das Pepton sich mit Säuren verb den. Hoppe-Seyler sieht die Hauptwirkung des Pepsins bei der Magenverdau in nichts Anderem, als in der Uebertragung von Säure an das Eiweissmolek Das Pepsin wird also durch die Verdauung nicht zerstört, ebensowenig wie die Fermente ihren Wirkungen; man erklärt auch das Pepsin für ein Ferment. Die gesteigerte C centration der Lösung an Peptonen hindert die Verdauung, ähnlich wie auch bei Gährun durch das entstandene Gährungsprodukt (Alkohol, Milchsäure etc.) der Vorgang gehind wird. Eine geringe Menge Pepsin ist im Stande, eine sehr grosse Menge Eiweissstoffe um wandeln. Dieselben Stoffe und Einwirkungen, welche die übrigen Fermentwirkungen he men oder zerstören, haben den gleichen Erfolg auch für das Pepsin. Concentrirte Säur Metallsalze, starker Alkohol, Kochen heben die Wirkungsfähigkeit des Pepsins auf, ebe

. Sind die zugesetzten Säuren jedoch nicht zu sehr concentrirt, so lässt sich die irkung durch theilweise Neutralisation wieder herstellen, ebenso bei Alkalien. PE-SEYLER und SEVERY behaupten, dass manche Gährungen und Fäulniss durch Ma-erhindert werden, wie das schon von den alten Physiologen gelehrt wurde.

Pepsin wird vorzüglich in dem Drüsengrunde gebildet. Die zu seiner Thätigkeit dige Säure tritt erst an der Oberfläche des Magens auf. Im Drüsengrunde reagirt der r Labdrüsen alkalisch; das Pepsin kann also dort nicht zur Wirksamkeit kommen.

Entstehung der freien Säure des Magensaftes.

ı R. MALY ist die Entstehung der freien Säure im Magensaft auf einen Dissociations-zurückzuführen. MULDER hat nachgewiesen, dass im Seewasser unter der Einwirkung ıer Stoffe aus den Verbindungen der Erdalkalien mit Chlor, besonders aus Chlor-ınd Chlormagnesium, freie Salzsäure entstehen kann. In dieser Hinsicht wird der halt des Magensaftes wichtig. Wir finden in ihm in reichlicher Menge Chlorverbin-ler Alkalien und alkalischen Erden. Da vom Hunde ganz reiner Magensaft von T untersucht wurde, während der von Menschen gewonnene Saft nie speichelfrei ı, so mag folgende Analyse (Mittel aus 10 Analysen) als ein Beispiel der Stoffmischung nsekretes, speichelfreier Magensaft des Hundes gelten, neben welchen viel wässerigeren speichelhaltigen Magensaft vom Menschen (von der en Bäuerin cf. unten) stellen, ebenfalls von C. SCHMIDT untersucht.

		Hund:	Mensch:
	Wasser	973,062	994,404
	fester Rückstand . . .	26,938	5,596
davon	Pepsin und organische Stoffe	17,127	3,195
	freie Salzsäure	3,050	0,200
	Chlorkalium	1,125	0,500
	Chlornatrium	2,507	1,465
	Chlorcalcium	0,624	0,061
	Chlorammonium . . .	0,468	—
	Phosphorsaurer Kalk . .	1,729	0,125
	Phosphorsaure Magnesia	0,226	
	Phosphorsaures Eisen .	0,082	

› hat auch im Mageninhalt vom Menschen bis zu 3 pro mille Salzsäure gefunden. LER berechnet aus der ersteren Analyse SCHMIDT's folgende wesentliche Zusammen-es reinen Magensaftes vom Hunde: Organische Substanz: 17,127. HCl : 2,259; 1; Ca, 2(PO_4H_2): 1,305 pro mille.

hemischen Analysen des Magensaftes des Menschen geben, abgesehen von der Ver-und Speichelverunreinigung, ein ganz analoges Resultat. Nach SCHMIDT findet sich Chlorammonium. Andere chemische Erklärungen stammen von R. MALY. Er wies ss reine Milchsäure auch im verdünnten Zustande Kochsalz zerlegt und Salzsäure ›urch Diffusion scheidet sich nach MALY aus dem Salzgemisch der in den Lab-ıthaltenen Säfte Salzsäure ab. Die Verhältnisse sind analog der Abscheidung sauren er Schweisses aus dem alkalischen Blute (cf. d. betreff. Kap.). MALY fand, dass ıwirkung von saurem phosphorsaurem Natron auf Chlorcalcium Salzsäure frei wird, ırch Diffusion aus dieser Mischung frei zu erhalten ist. Er constatirte weiter, dass fusion saure Salze in freie Säure und neutrale Salze zerlegt werden können. — ıischen Hypothesen stehen seit alter Zeit electrische gegenüber, MALY selbst hat dings wieder auf die hier vorliegenden Möglichkeiten hingewiesen. Die Stoffe, aus ich die Salzsäure im Magensaft abscheiden kann, sind vorwiegend nur Chlor-

natrium und Chlorkalium, es ist daher wahrscheinlich, dass neben der Abgabe von Sal- säure in das Sekret ein Uebertritt von Alkali ins Blut einhergehe. Man bringt mit dies- Ansicht in Verbindung, dass der während der Verdauung abgesonderte Harn hier und eine alkalische Reaction zeigt (cf. bei Harn).

Ueber Selbstverdauung des Magens.

Man hat oftmals die Frage aufgeworfen, warum sich der Magen während des Le- nicht selbst verdaue. Die Frage muss nach den neueren Erfahrungen anders ge- werden.

So wie das Leben und mit ihm die Blutcirculation erloschen ist, sehen wir, wenn Absonderung von Magensaft noch vor dem Tode statthatte, den Magen in lebhafter Selbst- dauung begriffen. Es wird dann die ganze Dicke der Schleimhaut, ja alle Magenhäute der Magen wird brüchig und gibt ein Sectionsbild, das besonders bei Kindern, bei denen Magen öfter noch als bei Erwachsenen in den letzten Lebensmomenten verdaut, zu Aufste- lung der Krankheit der acuten Magenerweichung geführt hat.

Aber auch während des Lebens findet, soweit die Bedingungen dazu gegeben sind, fortwährende Selbstverdauung statt. Da nur die Magenoberfläche sauer reagirt, so kann Drüsengrunde keine Selbstverdauung eintreten, das dort vorhandene Pepsin kommt nicht Aktion. Hingegen wird das Epithel der Magenoberfläche in geringem Grade selbst Nicht nur die zahlreichen Zellenrudimente im Magensafte, sondern auch die stets in ihm handenen Peptone, welche nur aus Selbstverdauung hervorgegangen sein können, spre- hierfür beweisend. Der Grund, warum die Selbstverdauung im Leben in so enge Grenzen geschlossen ist, liegt in der beständigen Neutralisation der zur Verdauung nöthigen durch die alkalischen Gewebsflüssigkeiten, vor Allem durch das Blut. Sowie der N- des letzteren aufhört, beginnt die Selbstverdauung in gesteigertem Maasse. Pavy hat Arterien des Magens unterbunden. An den Stellen, welche in Folge der Operation nicht vor der Magensaftwirkung geschützt waren, trat acute Magenerweichung (durchb- Magengeschwüre) ein. — Die Oestruslarven im Magen der Pferde, eine Filaria, im Mag- Schafes lebend, werden durch ihre Chitinhülle vor der Anätzung des Magensaftes schützt (Pavy).

Hülfsvorgänge der Magenverdauung. Chymus.

Bei der Verdauung im lebenden Magen kommen ausser denen, die bis- besprochen worden, noch einige unterstützende Momente in Betracht.

Vor Allem die beständige Bewegung, in welcher die in den Magen hi- geschluckten Speisen durch die regelmässigen Contractionen der Magenwä- erhalten werden, welche sie an immer neuen Schleimhautstellen vorüberf- und durch mechanische Reizung Gelegenheit zur reichlichen Absonderung Saftes gibt, wirkt äusserst förderlich. Wir können bei künstlichen Verdauun- versuchen mit künstlichem Magensaft in Gläsern im Brutraume durch oftmali- Schütteln der Verdauungsmischung die Lösung der Eiweisssubstanzen sehr fördern. In der Umgebung der Eiweissstückchen ist, so lange die Misch- ruhig steht, natürlich die Concentration der Flüssigkeit an schon entstande- Pepton am grössten, der Verdauungsvorgang wird dadurch (wie wir ob- sehen haben S. 284) beeinträchtigt. Nach gleichmässiger Mischung geht die Einwirkung des Pepsins wieder rascher vor sich. Die Bewegung de- dauungsgemisches im Glas und Magen hat darnach, wenigstens bis zu

wissen Grade, einen analogen Effekt, wie die im Magen schon stattfindende sorption der Peptone, welche eine störende Anhäufung derselben hindert.

Auch die Anwesenheit des mit der Nahrung verschluckten Speichels hat e weittragende Bedeutung.

Einestheils sehen wir seine Function in einer Anregung der Absonderung r Magenschleimhaut bestehen, anderentheils geht auch seine Einwirkung f das Stärkemehl im Magen zunächst noch fort; es findet auch im Magen eine twährende Bildung von Zucker statt, die von dem Speichel zum Theil noch hängig ist.

Es ist sicher, dass schwachsaurer Speichel noch Stärke in Zucker umwan-lt, so dass im Menschenmagen die Zuckerbildung durch Speichel noch eine it lang fortgehen kann, besonders da sich der schleimige Speichel nur lang-m mit dem Magensafte mischt, aber zur Bildung grösserer Zuckermengen mmt es im Magen (nach Versuchen an Hunden) niemals. Dagegen bildet sich ts im Magen reichlich Dextrin (Erythrodextrin) und lösliche Stärke neben chsäure. Brücke lehrt, dass diese Umwandlung der Stärke in Dextrin und liche Stärke im Magen durch den im Magen namentlich bekanntlich bei ergehalt des Mageninhaltes immer eintretenden Process der Milchsäure-hrung geschehe. Dünner Stärkekleister geht bei Blutwärme auch ausser- des Organismus in Milchsäuregährung über, leichter wenn ihm etwas oder Fleisch oder Pankreas etc. zugesetzt ist. Hierbei bildet sich neben in stets Zucker, aus dem dann erst die Milchsäure entsteht. Der gleiche ng tritt im lebenden Magen ein. Es wird also, ganz abgesehen von der ung des Speichels, durch die Milchsäuregährung im Magen das Amylum in er, Milchsäure, Dextrin und lösliches Amylum umgewandelt, welche beide eren, in den Dünndarm gelangt, dort der rasch sacharificirenden Wirkung s Pankreassaftes leichter unterliegen können als noch nicht so weit umge-delte Stärke. Daneben kommen im Darm die sacharificirenden Wirkungen s Darmsaftes (Busch) und der Galle (v. Wittich), wenn auch nur in unterge-netem Maasse, ebenfalls noch zur Geltung, so dass im Dünndarm Dextrin ist nicht mehr oder nur noch in Spuren nachweisbar ist. Auch im Darm eint die Milchsäuregährung stetig fortzugehen, im Dünndarm nur in ihrem olg (saure Reaktion) verdeckt durch die alkalischen Darmsäfte. Das Wieder-treten der Milchsäure im Dickdarm ist sonach wahrscheinlich nur als ein dersichtbarwerden derselben wegen abnehmender Menge der neutralisiren- Darmsekrete zu deuten. Es verbindet sich also (nach Brücke) die Milch-regährung mit den Wirkungen aller Verdauungsorgane.

Im Magen wird Rohrzucker in Traubenzucker übergeführt; man vermuthet ppe-Seyler), dass hier vor Allem der Magenschleim wirksam wird.

Ausserdem werden lösliche, im Speichel noch nicht gelöste Stoffe, beson-s Salze', im Magensaft in Lösung übergeführt. Die freie Säure vermag auch e zu lösen, welche, wie z. B. kohlensaure und phosphorsaure Erden, in sser allein nicht löslich sind.

Wenn die Speisen aus dem Munde in den Magen hinabkommen, so sind mehr oder weniger zerkleinert, gemischt, mit Speichel durchtränkt und die erführung der genossenen Stärke in Dextrin und Zucker hat schon begonnen.

Die Reaktion der Masse ist durch den Speichel in den meisten Fällen schwa alkalisch.

Im Magen wird die Reaktion der Speisemasse in eine saure umgewandel der in so grossen Mengen abgesonderte Magensaft verdünnt die Mischung u bildet aus ihr den Speisebrei oder Chymus. Durch die Einwirkung d Saftes verflüssigen sich die Eiweissstoffe; das Bindegewebe, viele Hüllen d thierischen Zellen etc. lösen sich.

Der Chymus enthält von den aufgenommenen Eiweissstoffen einen Th noch ganz unverändert; ein anderer grosser Theil ist in die in verdünn Säuren lösliche Modifikation (Syntonin, Parapepton) übergeführt. Bei ein dritten Theile ist die Veränderung schon bis zur Bildung des eigentlichen Pept fortgeschritten. Von ihm finden sich in dem Chymus stets nur sehr geri Mengen vor, da es wohl schon im Magen grösstentheils resorbirt wird. Dasse gilt von dem Zucker, der sich aus der aufgenommenen Stärke bildete.

Die Untersuchungen von M. Schiff haben für die Wirkung des Stärkemehls in de Chymus einen weiteren Gesichtspunkt eröffnet. Er gibt an, dass das aus dem Stärkemehl ne dem Zucker bei der Verdauung entstehende Dextrin sowie die Milchsäure für die Geschw digkeit des Verlaufes der Magenverdauung von Bedeutung sei. Schiff behauptet, dass un der Einwirkung des Dextrins im Magen oder Blute sich die Schleimhaut des Magens Pepsin »lade«. Die Versuche, auf welche Schiff seine Ansicht stützt, beweisen, wie es sch dass die Magenverdauung bei Anwesenheit des Dextrins energischer verläuft. Es sch aber vor Allem die Säurebildung nicht die Pepsinbildung zu sein, welche durch das De befördert wird. Baccelli lässt die Ladung des Magens mit Pepsin von der Milz her durc venöse Milzblut eintreten (S. 283).

Magengase.

Eine für den Verdauungsvorgang im Magen nicht unwichtige Rolle s im Chymus die mit dem Speichel in reicher Menge verschluckte Luft. Liebig zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass sie nicht ohne Wirkung bleiben kö bei den im Magen vor sich gehenden chemischen Umsetzungen.

Chevreuil und Magendie fanden die Magengase eines gesunden Mensc (Hingerichteten) kurz nach dem Tode zusammengesetzt: O 11,00, CO_2 14, N 71,45, H 3,55.

Die Magengase von Hunden, welche Planer untersuchte, zeigen stets ei geringe Menge von Sauerstoff und einen sehr bedeutenden Gehalt an Kohle säure und Stickstoff.

Bei einem Hunde, welcher 4 Tage mit Hülsenfrüchten gefüttert war, zeigt sich 5 Stunden nach dem Fressen die Magengase bestehend aus: 32,91 CO 66,30 N, 0,79 O.

Die in den Magen verschluckte Luft hatte selbstverständlich die norma Zusammensetzung. Wir können aus der gefundenen Stickstoffmenge auf d Menge der verschluckten Luft rechnen, wenn wir annehmen, dass Stickstoff dem thierischen Körper soviel wie gar nicht diffundirt, weil alle Gewebe ih der Luftmischung entsprechende Stickstoffmenge schon aufgenommen habe Die so berechnete Luftmenge ergibt, dass für je ein Volum verschwunden Sauerstoffs 2 Volumina Kohlensäure in dem Magen des Hundes vorhanden sin

Die Luft im Magen wird also in analoger Weise verändert wie in der Lunge. Der mit den feuchten, von Blut durchtränkten Membranen des Magens in Berührung kommende Sauerstoff wird von dem Blute absorbirt und an seine Statt tritt Kohlensäure aus dem Blute. Vielleicht wird auch durch die Säure des Magensaftes aus dem Blute Kohlensäure ausgetrieben, da die Kohlensäuremenge in den Magengasen eine so bedeutende ist. Bei dem Menschen ist diese Magenathmung gegen die Lungen- und Hautathmung nur ein sehr untergeordneter Vorgang. Bei Magenkrankheiten entwickelt sich Gas im Magen durch Gährung (Buttersäuregährung), der freie Wasserstoff in den Magengasen, sowie ein Theil der Kohlensäure entstammt dieser Quelle. Vielleicht gelangen auch gelegentlich Darmgase in den Magen.

In Fällen von Magenerkrankungen bilden sich brennbare Gase im Magen, sie enthalten reichlich Wasserstoff und in geringen Mengen Grubengas (A. Ewald). Auch die bei Tympanitis durch Einstich entleerten Gase sind brennbar (wasserstoffhaltig).

Hygieinische Betrachtungen. — Verdaulichkeit.

Magenfistelversuche am Menschen. — So lange man den Magen für das Centralorgan der Verdauung hielt, schien es leicht, durch Beobachtung an Magenfisteln über die »Verdaulichkeit« der einzelnen Nahrungsstoffe und ihrer Gemische zu entscheidenden Resultaten zu kommen. Man glaubte, es sei dazu nur nothwendig, zu sehen, wie lange in den Magen eingebrachte Stoffe in demselben verweilten, bis sie in den Darm abgeschieden wurden. Es sind derartige Beobachtungen von Beaumont in grosser Anzahl am Menschen gemacht worden. Er fand, dass der Magen seines mit einer Magenfistel behafteten canadischen Jägers nach dem Essen in 1 bis 6 Stunden geleert war. Seitdem wir wissen, dass im Magen nur ein Theil der verdauenden Wirkungen zur Geltung kommt, welche im ganzen Darmcanale die Speisen erfahren, dass ein grosser Theil der genossenen Speisen ganz unverändert aus dem Magen in den Darm übertritt, können wir von solchen ausschliesslich am Magen angestellten Versuchen keinen Aufschluss über die absolute Verdaulichkeit mehr erwarten, doch sind die Resultate immerhin interessant, da sie manche Verdauungsverhältnisse erklären und für den Arzt Gesichtspunkte für die Wahl der Nahrungsmittel abgeben können. Kaldaunen und Schweinsfüsse, gekocht, sah Beaumont schon nach 1 Stunde aus dem Magen seines Magenfistelmannes verschwunden, gebratenes Wildpret nach $1^1/_2$, Brod und Milch nach 2, wilde Gänse, junges Schwein nach $2^1/_2$, Austern nach $2^3/_4$—$3^1/_2$, ebenso lange gebratenes Rindfleisch, gekochtes aber $3^1/_2$—$4^1/_2$, ebenso lange frisches, gebratenes Schweinefleisch; Lammfleisch $4^1/_2$ Stunden; geräuchertes Rindfleisch bedurfte im Maximum 5, geräuchertes Schweinefleisch 6 Stunden; Kalbfleisch bis $5^1/_2$, ebenso harte Eier. F. Kretschy machte an einer 25 jährigen, im Uebrigen gesunden Frauensperson, bei welcher in Folge von Caries der 7. linken Rippe eine Magenfistel vor 5 Monaten entstanden war, analoge Beobachtungen wie Beaumont. Da die Verdauung mit Säurebildung im Magen Hand in Hand geht, bestimmte er, wie lange nach Nahrungseinfuhr die Säurebildung anhält, wann sie ihr Maximum erreicht, wann sie beendet ist etc. Die Frühstücksverdauung dauerte $5^1/_2$ Stunden, das Säuremaximum war nach Stunden erreicht; Mittagsverdauung 7 Stunden, Säuremaximum nach 6 Stunden; Nachtverdauung 7—8 Stunden. Alkohol und Kaffe verlangsamten die Verdauung; Pepsin (de Rostock), zu 0,6—0,8 kurz vor dem Mittagessen genommen, verkürzte die Verdauungszeit nicht. Brunnenwasser (»Hochquellenwasser«) regt nüchtern getrunken Säurebildung an, destillirtes Wasser nicht. Während der Menses reagirte der Magensaft stets sauer. Alkohol ging im Magen in Aldehyd über. Auch Ch. Richet experimentirte an der Magenfistel des Menschen. Er fand die Acidität des Magensaftes im Minimum 0,5; im Mittel 1,7; im Maximum 3,2 p. M. Salzsäure entsprechend. Er sah eine Zunahme der Säure

gegen Ende der Verdauung. 0,1 der gesammten Säure des reinen Magensaftes sei M
0,9 Salzsäure.

Es ist ein vielfältig geltendes Vorurtheil, dass rohe Eier eine besonders ve
Speise seien. Kein fester Eiweisskörper widersteht jedoch der Einwirkung des M
bis zu seiner Ueberführung in Parapepton und Pepton so lange wie ungeronnen
nereiweiss, so dass es geradezu als der schwerst verdauliche Eiweisskörper ge
Der Umstand, dass das Caseïn in der Milch gelöst in den Magen gelangt, könnte a
Meinung verleiten, dass wir hier eine besonders leicht verdauliche Eiweissmodifikati
hätten. Es darf nicht vergessen werden, dass im Magen der Käsestoff der Milch zuer
ehe er unter Abscheidung eines phosphorhaltigen organischen, dem Nuclein ähnlic
gelöst wird (Lubavin und Hoppe-Seyler). Für Manche ist die Milch ein schwer ve
Nahrungsmittel. Im Allgemeinen werden die Albuminate durch übermässiges H
weniger löslich (Donders). Vom Fleische scheint stets ein Rest ungelöst zu bleiben,
auch leimgebende Substanz, die um so schwerer sich löst, je weniger sie durch di
tung in Leim verwandelt ist. Auch Stärkemehl widersteht den verdauenden Wirk
so länger, je weniger die Hitze darauf eingewirkt hat, die Cellulose je älter sie
Cellulose, Horngebilde, elastische Fasern widerstehen der Auflösung beharrlich.
lose der Gemüse: Möhren, Sellerie, Kohl wird dagegen vom Menschen z. Th. verd.
Weiske's Versuchen zu 47—63%. Je feiner der Körper zertheilt (z. B. gekaut) ist, des
wird er von den Verdauungssäften angegriffen, grössere Stücke können den Darm
passiren, z. B. Käse, Fleisch, Wurzelstückchen etc. In gut gegangenes, besonders al
Brod saugen sich die Verdauungsflüssigkeiten (Speichel) rasch und reichlich ein,
frisches Brod sich leicht klumpig zusammenballt. Nach G. Meyer wird von Rog
10—11,5%, von Pumpernickel sogar 19,3% der trockenen Substanz nicht verd
rend von Weizenbrod (Semmeln) nur 5,6% im Koth abgehen. Sehr ungünstig ges
die Ausnutzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile, d. h. Eiweissstoffe des
vom Weissbrod bleiben 20, vom Roggenbrod bis 32, vom Pumpernickel 43% des
des Brodes unverdaut. Bei Erbsenkost sah Woroschiloff 10—17% des ein
Stickstoffes im Koth wiedererscheinen. Eine grössere Fettmenge hindert die V
da fetthaltige Gemische nicht so leicht von den Verdauungssäften durchtränkt werd
mann fand, dass Zugabe von Stärkemehl oder Zucker eine Verminderung der Ausnu
Eiweissstoffe des Heu's bei Ziegen ergab. Analoge Untersuchungsresultate an Kühe
Kühn und Fleischer. Unter diese Beobachtungen sind auch diejenigen zu rechne
die höchste Ausnützbarkeit des Futters bei Thieren nur bei einer bestimmten
mischung ergaben (Henneberg, Stohmann u. A. cf. oben).

Die meisten Substanzen werden von den kindlichen Verdauungsorgan
so vollkommen gelöst wie von denen Erwachsener; hierher gehört besonders Stärke
vertragen Kinder Milch meist besser als Erwachsene. Ein Magen, der an schwerv
Nahrung gewöhnt ist, kann oft leicht verdauliche weniger gut bewältigen, da die
Magenschleimhaut nicht genügend zur Magenabsonderung reizen.

Bei gewissen Magenerkrankungen scheint die Pepsinbildung abzunehme
bei Ernährungsstörungen und Hunger, Blutungen, bei welchen alle Sekretbildung se
tend herabgedrückt wird. Da die Verdauungsfähigkeit des Magensaftes mit der
Pepsin zunimmt, so ist, genügende Säurebildung im Magen vorausgesetzt, die ther
Darreichung von Pepsin in den angegebenen Fällen gerechtfertigt. Das »fran
Pepsin« ist ein milchsäurehaltiges Gemisch von Peptonen, Pepsin und Stärke. D
sische Pepsin wird im Grossen durch Fällung künstlichen Magensaftes, des kalten W
zugs der Labdrüsenschicht des Magens, mit basisch-essigsaurem Blei, Zerlegen des
nen Niederschlags mit Schwefelwasserstoff und vorsichtigem Eindampfen des mit
versetzten Filtrates vom Schwefelblei unter 40° C. bis zur Syrupkonsistenz bere
braune Extrakt wird mit Stärke zu einem weissen Pulver angerieben. Das Präpa
wirksam. Scheffer empfiehlt zur pharmaceutischen Bereitung des Pepsins: 6 Pfund

chleimhaut, 4 Pfund Glycerin (nach von Wittich), 4 Pinten Wasser, 6 Unzen reine e, 36 Stunden macerirt, Rückstand mit 3 Pinten Wasser 2—3 Stunden macerirt u. s. w. ehmenden Wassermengen bis 10 Pinten Flüssigkeit gewonnen, die sich nach einigen lärt. 1 Unze löst in 4—6 Stunden 1,5 Drachmen frisch coagulirtes Eiweiss. Dittmar nachte die, Bestätigung vorausgesetzt, sehr beachtenswerthe Bemerkung, dass käuf- Pepsin kein wahres Pepton, sondern nur Parapepton = Syntonin (wie e) liefere.

iger ist eine vermehrte oder verminderte Säurebildung die Ursache von Verdauungs- . Manassein fand bei fiebernden Hunden die Säurebildung gesteigert. Wird en in der Nahrung längere Zeit kein Kochsalz zugeführt, so hört die Salzsäure- n Magen ganz auf (Forster). In einer stark sauren Flüssigkeit kann das Pepsin nicht amkeit gelangen. So kann z. B. die künstliche Verdauung bei 10 % Salzsäure ausblei- eim Verdünnen der Säure erst beginnen, oder nach theilweiser Neutralisation durch n Alkalien oder alkalischen Erden (z. B. gebrannter Magnesia). An einer überstarken ung im Magen betheiligen sich vor Allem die Milchsäure liefernden, zuckerähn- ffe, welche demnach bei vielen Verdauungsstörungen zu vermeiden sind. Manassein ss bei fiebernden Thieren das Verhältniss der Magensäure zum Pepsin gestört sei.

ie Anhäufung der Peptone in dem Magensafte die Wirksamkeit des nterbricht, versteht man, warum so leicht nach grossen Mahlzeiten Verdauungs- len eintreten. Je mehr wir gleichzeitig auf einmal Fleisch geniessen, um so geringer entisch die wirklich verdaute Menge. Während von reinem fettfreiem Fleische bei ger Aufnahme sehr grosser Fleischmengen 95 % wirklich verdaut werden können, ei Aufnahme derselben in einer Mahlzeit nur 88 % aufgenommen, 12 % gehen un- als Koth ab (J. Ranke). Woroschiloff fand bei Fleischnahrung 3,6—10 % des ein- Stickstoffs im Kothe wieder.

ıtoni spritzte Hunden Pepsinlösungen ein (das Blut enthält normal Spuren von ühne u. A.), und beobachtete danach eine Verzögerung der Blutgerinnung.

Entwickelungsgeschichte der Magen- und Darmschleimhaut und ihrer ıen. — Wie oben schon dargestellt (S. 27), liefert das embryonale Darmdrüsenblatt hel, die Epithelzellen, aller Darmdrüsen. Die eigentliche Schleimhaut, die Muscu- Serosa gehen aber aus der Darmfaserschicht hervor. Bei dem Magen zeigt sich das s eine getrennte Lage bis zum vierten Monat (Kölliker). In der siebenten bis achten igen sich die ersten Anlagen der Magendrüsen als zahlreiche solide Epithelialfort- in der dreizehnten Woche von oben her hohl werden. Im Dünn- und Dickdarm (?) die Lieberkühn'schen Drüsen von Anfang an als hohle Ausstülpungen des Epithels. er'schen Drüsen erscheinen im fünften Monat und entwickeln sich wie die Schleim- der Mundhöhle. Die Peyer'schen Drüsen erscheinen erst im sechsten Monat als nen der Faserhaut. Sehr merkwürdig ist die Entwickelung der eigentlichen Schleim- der Faserhaut, die erst im fünften Monat beginnt. Kölliker sah aus der inneren e der Faserhaut des Magens ungemein viel cylindrische Zöttchen hervorgewachsen, wischen die Drüsen hineinwuchern, von ihrer Basis her verschmelzen und so die ein vollkommenes Fächerwerk einschliessen, in welchem sich dann Blutgefässe ı. Analoge Wucherungen der Faserhaut bilden auch die Schleimhaut und Zotten ıdarms, indem zu Herstellung der letzteren warzenförmige Auswüchse der Faser- ie Epithellage vortreiben. Bei der Schleimhautbildung des Dickdarms beginnt e Wucherung der Faserhaut im vierten Monat, im siebenten Monat ist ihre Ver- ıg, von der Basis ausgehend, vollendet. — Die Magenschleimhaut fand Zweifel bei nonatlichen Fötus noch physiologisch unwirksam, während bei Neugebore- agen schon seine verdauenden Wirkungen entfaltet, Pepsin und Salzsäure absondert, Pepton löst. Frischer Hühnerdotter enthält ein peptisches Ferment (Kruckenberg).

vergleichenden Anatomie und Physiologie der Magenverdauung. — Das rohr der Wirbelthiere besteht wie das des Menschen aus Drüsenepithel mit Schleim-

haut, Muskelhaut und Serosa (mit einem äusseren Epithel). Die Schleimhaut des Ma (LEYDIG) ist gewöhnlich längsgefaltet, entbehrt aber, wenigstens im Labmagen, der eig lichen Zotten, nur die Magenabtheilungen der Wiederkäuer, die vor dem Labmagen lie besitzen meist mannigfach vorspringende, warzen- und blattartige Bildungen (cf. neu Capitel). Das Epithel des Magen und Darms ist im Allgemeinen Cylinderepithel. Bei Co fossilis sind die tieferen Schichten der Epithelzellen cylindrisch, die Oberflächen dag rund. Bei Batrachiern, dann bei Rochen und Haien flimmert das Epithel während des Fö lebens, bei Amphioxus und Petromyzon (J. MÜLLER, LEYDIG) zeitlebens. Wo der Magen sammengesetzt ist (Wiederkäuer), beginnt das Cylinderepithel erst im Labmagen, währ die vorhergehenden ein geschichtetes, verhorntes Plattenepithelium tragen wie der Schlu Dasselbe findet sich wohl überall in der Portio cardiaca des Magens, wenn wie bei Nag und Pferd eine deutliche Scheidung in diese und in eine Portio pylorica vorhanden ist; letz hat Cylinderepithel. Der Muskelmagen der Vögel hat auch Cylinderepithel (LEYDIG). Bin gewebe und sackartige Einstülpungen des Epithels bilden die Schleimhautdrüsen, die ü gens in der ganzen Schleimhaut des Nahrungsrohrs fehlen, bei Petromyzon, Myxine, Co fossilis.

Von der drüsenlosen Schleimhaut ergeben sich Uebergänge durch kurze Säckchen den Batrachiern und beschuppten Reptilien, zu den Magendrüsen, die eine einfache oder sammengesetzte Schlauchform erkennen lassen. Diese Schläuche treten in einigen F noch zu höheren Elementen zusammen. Im Muskelmagen der Vögel stehen die sch schlauchförmigen Drüsen immer truppweise zusammen; im Drüsenmagen der Vögel we grössere Gruppen solcher Schlauchdrüsen durch eine gemeinsame bindegewebige Hül einem abgeschlossenen Paquet verbunden. Bei denjenigen Säugethieren, bei welche der Magen in eine Portio pylorica und cardiaca abschnürt, findet sich in einigen Fäll den linken Abschnitt, der dann gewöhnlich drüsenlos ist, eine eigene starke Drüsen »eigentlich zusammengesetzte Labdrüsen« (LEYDIG); an der Cardia liegen solche bei P lomys, Phascolarctus und Castor. Beim Siebenschläfer bilden sie eine Art Vormagen, deren bilden sie die erwähnten Aussackungen: Hypudaeus, Lemmus, Manis (GEGENBAU Biber besteht die grosse Magendrüse aus schlauchförmigen Labdrüsen, die in Grup ordnet in kavernöse Räume münden. Bei Manatus australis finden sich in einer bli artigen Ausbuchtung »zusammengesetzte Magendrüsen«, welche im Grossen das Bild de fachen Labdrüsen wiederholen. Grössere schlauchförmige Hohlräume scheinen bei schw Vergrösserung wie mit Cylinderzellen besetzt, diese letzteren lösen sich aber bei starker grösserung jede in einen einfachen Drüsenschlauch mit Epithel auf, die alle in einen ge samen Ausführungsgang münden, der dem Lumen der einfachen Drüse ganz analog ersc Die Abbildung, welche LEYDIG von diesen Drüsen gibt, zeigt, dass von den Drüsenmäge Vögel und ihren vereinigten Drüsen (BISCHOFF) kein Sprung bis zu dieser Form gemac Die sogenannten zusammengesetzten Magendrüsen der Säuger (Hund, Katze, Pferd, Kaninchen, Schwein etc. und Mensch) bilden die Uebergänge zwischen den einfachen Sc chen zu jenen Anordnungen im Vogelmagen, so dass allmälige Uebergänge von der gl drüsenlosen Schleimhaut bis zu den entwickeltsten Formen der wahren zusammenge Magendrüsen führen.

Bei Vögeln und Säugern finden sich die zweierlei Sekretionszellen in den Drüsenschlä vor, die wir oben bei dem Menschen besprachen, cylindrische und rundliche, was auf zw lei Sekrete der Magenschleimhaut hindeutet. Bei den Säugern liegen die Drüsen mit lichen Zellen (Labdrüsen) zumeist in der Cardialportion des Magens, die mit cylindri Zellen (Magenschleimdrüsen) meist im Pylorustheil. Bei den Vögeln besitzt der Provent lus Labdrüsen, der Muskelmagen Drüsen mit Cylinderzellen. Ob auch bei Fischen und phibien eine solche Trennung herrscht, ist noch nicht sicher gestellt. Beim Stör und pterus fand LEYDIG nur Drüsen mit Cylinderzellen im Magen. (Ueber die vergleich Anatomie der Magenschleimhaut der Wirbellosen vergleiche das folgende Capitel.)

Von den Thieren, welche mehrere Magenabtheilungen haben, scheint bei den Wi

nur der Labmagen (Drüsenmagen) der Pepsin- und Säureabsonderung zu dienen. deren Mägen sind, wie zunächst der Pansen, Reservoirs der noch wenig zerkleinert uckten Speisen, in denen sie vor Allem unter der Einwirkung des bei diesen Thieren ster Menge abgesonderten Speichels und der mitverschluckten Luft der Gährung, ion und Quellung unterliegen. Hierbei steigt die Temperatur bis über 39°, oft unter nder Gasentwicklung. Die Massen reagiren schwach alkalisch. Wie im Kropf der , wirken auch in den Vormägen, welche vergleichend-anatomisch der Speiseröhre zuen sind, die hier eintretenden Vorgänge ganz im Sinne der Mund-, resp. Speichelver-, wenn auch das Sekret wirklich selbst keine diastatische Wirkung besitzen sollte. ENDORFER gibt an, dass die drei Vormägen von Wiederkäuern, welchen die Labdrüsen lere drüsenartige Elemente fehlen, doch ein verdauungskräftiges Ferment und zwar liefern. Er denkt an eine Infiltration des im Labmagen gebildeten Pepsins in die häute der Vormägen, wohin es aus ersterem gelangen könne, oder es sei das Pepsin all sich bildender Stoff, der aber nur im Magensaft in grösseren Mengen zur Ausıg gelange. In den Vormägen mag die Verdauung der Cellulose beginnen, welche lerkäuern in reichlichem Maasse erfolgt. Auch bei fleischfressenden Thieren kommen he Mägen vor, über deren physiologische Bedeutung man noch wenig unterrichtet ist. er die quantitative Zusammensetzung des Magensaftes verschiedener Thiere vermit dem des Menschen haben wir von C. SCHMIDT genaue Untersuchungen; nach seinen ı findet sich die Zusammensetzung: in Procenten:

	Mensch (im Mittel) speichelhaltiger Magensaft:	Hund (im Mittel) speichelfrei:	speichelhalt.:	Schaf:	Pferd (nach FRERICHS):
. . . .	99,440	97,30	97,12	98,615	98,28
ffe	0,560	2,70	2,88	1,385	1,72
rganische Stoffe . .	0,310	1,71	1,73	0,405	0,98
ium	0,146	0,25	0,31	0,436	0,74 (Summe)
lium	0,055	0,11	0,11	0,152	
lcium	0,006	0,06	0,17	0,011	
ımonium	—	0,05	0,05	0,047	
zsäure	0,20	0,31	0,23	0,123	
rsaurer Kalk . .	0,012 (Summe)	0,17	0,23	0,118	
rsaure Magnesia .		0,02	0,03	0,057	
rsaures Eisenoxyd		0,01	0,01	0,033	

den menschlichen Magensaft berechnet MARCET 0,253 % freie Salzsäure (cf. oben). fand bei Hunden im Magensaft (speichelhaltig) 0,098—0,132 % Salzsäure, ausser-—0,59 % Milchsäure. Die Magensaftsekretion war durch Darreichung von Knochen , was in Betreff der Milchsäure wichtig erscheint.

Auszüge der Magenschleimhaut des Hechts verdauen Eiweissstoffe nach FICK, ınd HOPPE-SEYLER am raschesten bei 20°, nicht bei 40°, wie das gewöhnliche Pepsin. halb der Einmündung der Gallenblase gelegene kleine Abschnitt des Darmtractus der oiden (C. tinca, Chondrostoma nasus, Scardmius erythrophthalmus, Abramis ıat keinerlei verdauende Wirkungen (BRÜCKE, HOPPE-SEYLER und HOMBURGER). Das des unterhalb gelegenen Darmstücks, sowie dessen ausgedrückter Inhalt verdauten nd in vielen Fällen Stärkemehl. Dieselben Wirkungen zeigten das Extract der und die Galle. Letztere spalteten auch von Fetten Fettsäuren ab. Die Wirkung ist Pancreas analog. — CH. RICHET untersuchte den Magensaft von Haifischen eren fleischfressenden Fischen und fand denselben als keine Flüssigkeit, sondern eine ge cohärente Masse von stark saurer Reaction, welche auf Salzsäure berechnet). m. entsprechen würde. Er hält im Magensaft die Salzsäure z. Th. an organische en als »eine Art saures Salz« gebunden. Der »Magensaft des Krebses« wird sogenannten »Lebern« secernirt, massigen tubulösen Drüsen, welche in den untern

Abschnitt des Magens münden. HOPPE-SEYLER erklärt dieselben für Pancreas. Ihr Sa der »Magensaft«, verdaut Albumin ohne Quellung, verdünnte Salzsäure (0,2 %) unterbric diese Verdauung. Der Saft führt Stärke in Zucker über und spaltet Fett in freie Säure u Glycerin. KRUCKENBERG findet darin Pepsin und Trypsin. Bei vielen Arthropoden komm diese Fermente einzeln vor.

Fleischfressende Pflanzen. Sehr merkwürdige Beobachtungen wurden v CH. DARWIN, HOOKER und BURDON-SANDERSON u. A. gemacht, aus welchen sich ergibt, da einige durch Reizbarkeit ausgezeichnete Pflanzen, welche mit Fangvorrichtungen für Insekt ausgestattet sind, von letzteren Nahrungsstoffe in sich aufnehmen können. Sie ergiessen di ein deutlich sauer reagirendes Sekret, welches Eiweissstoffe unter Bildung von Peptonen lö welche letztere von der Pflanzenoberfläche resorbirt werden können. Die Pflanzen sin Droseraceen (Drosera rotundifolia), Pinguicula, Nepenthesarten u. a. Nach DARWIN wi nur dann Pepsin von diesen Pflanzen gebildet, wenn dem Blatte ein stickstoffhaltiger Körp zur Resorption dargeboten wird. Nach GORUP und WILL verläuft die Fibrinverdauung (b Nepenthes) am raschesten bei Zusatz von Ameisen-, Aepfel- und Citronensäure; ersterer h auch in gekeimten Samen Pepsin gefunden, KRUCKENBERG in Myxomyceten-Plasmodien.

Zur historischen Entwickelung der Verdauungslehre. — 2. Die Magenver dauung. Es pflegte das Alterthum (HIPPOKRATES) die Magenverdauung mit einer Kochun zu vergleichen. Es war bekannt, dass die Speisen im Magen sich lösen, zu einem Brei v flüssigen. GALEN, der eine genaue Beschreibung des Magens liefert, sagt z. B. vom Pylor er werde Pförtner genannt, »weil er wie ein guter Thürhüter darüber wacht, dass nur d aufgelöste und verdaute (gekochte) Speisebrei durch seine enge Pforte hindurchgeht, wä rend er, sobald sich etwas Unverdautes oder Hartes ihm naht, die Oeffnung vor ihm zusch und dasselbe zurücktreibt in den Grund des Magens«. Analog der Bearbeitung der Speis der Mundhöhle dachte man auch an eine mechanische Zerreibung durch die Magenwä wozu bekanntlich bei dem Menschen die mechanischen Einrichtungen fehlen. Die (chemi Auflösung der Speisen stellte man sich später unter dem Bilde einer Gährung (Fer tation (BOERHAAVE) vor, wobei die chemischen Bestandtheile der Speisen selbst auf ei einwirken sollten; in wie weit die neueren Anschauungen auf diese Annahme zurückko wurde oben dargestellt (cf. Speichel im Magen). HALLER nannte den Vorgang im Ma Maceration. Auch an wahre Fäulnissvorgänge (Putrefaktion) der Speisen wurde ged Andere nahmen eine Anzahl kleiner Würmer an, welche die Speisen im Magen angriffen u zertheilten.

Im Jahre 1752 führte RÉAUMUR den Beweis, dass der Magen eine Flüssigkeit absonder Magensaft, welcher auf die Speisen lösend einwirke. Seine und später SPALLANZANI's Ve suche waren zunächst gegen die Theorie von den mechanischen Einflüssen des Magens die Verdauung gerichtet. Sie liessen Speisen, Fleisch, Brod, Knorpel etc. in durchlöcher Kapseln verschlucken und beobachteten, dass diese Stoffe, auf welche kein Druck von Magenwänden ausgeübt wurde, nichsdestoweniger verdaut werden. RÉAUMUR und sp SPALLANZANI waren die ersten, welche mit natürlichem Magensaft ausserhalb des Magens V dauungsversuche anstellten. Sie verschafften sich den Magensaft dadurch, dass sie Schwäm an Fäden befestigt verschlucken liessen, die den Magensaft einsaugten. SPALLANZANI sch die Schwämme in dünne, metallene, durchlöcherte Röhren ein, die er die Thiere verschluc und nach einiger Zeit durch Erbrechen wieder entleeren liess. Menschlichen Magensaft suc er dadurch zu erhalten, dass er bei nüchternem Magen mechanisch Brechen erregte. Frü pflegte man sich fälschlich den Magensaft dadurch zu verschaffen, dass man Thiere meh Tage fasten liess und nach dem Schlachten den Mageninhalt untersuchte, der bei Wiederkäu dann in ziemlicher Masse vorhanden ist; nach MACQUART liefert ein hungernder Ochse ü anderthalb Pfund, offenbar, obwohl sauer reagirend, der Hauptmasse nach Speichel. A die anderen oben angeführten Methoden der Gewinnung konnten den Magensaft nur i Schleim, Speichel etc. vermischt liefern, übrigens auch nur in geringer Menge.

Da man den Magen für das Universalverdauungsorgan hielt, so schrieb man zunä

n Magensafte die Eigenschaft zu, für die verschiedenen Nahrungsmittel ein Universalaufmgsmittel zu sein. So gab SPALLANZANI (1783) an, dass der Magensaft, den er nur bei vegetilischer Nahrung für sauer hielt, Auflösungsmittel für die Nahrungsstoffe sowohl ausser als dem Körper sei, dass er bei gewöhnlicher Temperatur nicht faule, thierische Stoffe vor lniss bewahre und sie mit Hülfe von Wärme auflöse. CARMINATI fand bald darauf (1785) n Unterschied in der Reaktion des Magensaftes (Magenschleimes) fastender und verdauenr fleischfressender Thiere. Bei den ersteren fand er den Magensaft nicht sauer, stark sauer den letzteren. Mit Recht bezeichnet BERZELIUS diese Beobachtung als den ersten Lichtstrahl der Erforschung dieses Gegenstandes. Man würde aber sehr irren, wenn man glaubte, dass RMINATI durch seine Beobachtung sogleich auf die Annahme der Absonderung eines uren Saftes im verdauenden Magen geführt worden wäre. CARMINATI suchte den Magensaft r fleischfressenden Thiere dadurch künstlich nachzuahmen, dass er 2 Quentchen frisches ndfleisch mit 1 Unze Brunnenwasser und 5 Gran Kochsalz in einem Glas bei einer Temperatur von ungefähr 100° Fahr. = 37,7° C. 16 Stunden lang digerirte, dann die Flüssigkeit abss, welche nun die Lakmustinktur röthete. Dieser künstliche Magensaft (sic!) CARMINATI's nnte durch wiederholtes Digeriren mit frischem Fleische stärker und dem natürlichen noch nlicher gemacht werden! Wenn diese Beobachtung auch für die Erklärung des sauren Mansaftes von keiner Bedeutung ist, so enthält sie doch die erste Angabe von der Veränderung r Reaktion des Fleischsaftes von der neutralen zur sauren bei der Temperatur des irpers, eine Beobachtung, welche für die Muskel- und Nervenphysiologie von so entscheidenr Bedeutung werden sollte. Uebrigens fand CARMINATI auch den Magensaft kräuterfressender iere unter Umständen sauer. Erst 1800 zeigte WERNER, dass die Masse im Magen sowohl bei ch- als grasfressenden Thieren während der Verdauung stets sauer sei. Noch einmal e im Jahre 1812 durch MONTEGRE, der das Vermögen besass, willkürlich zu brechen, die mkeit des Magensaftes vollkommen geleugnet, seine Säuerung für das Zeichen einer nenden Zersetzung erklärt. Im Jahre 1824 zeigte PROUT wieder, dass der Magensaft wirksauer ist, und dass diese Säuerung zunächst nicht von einer organischen, sondern von r anorganischen Säure bedingt sei, und zwar von Salzsäure. MACQUART wollte bei Wieuern (1786) freie Phosphorsäure im Magensaft gefunden haben, im Magensaft des Kalbes e er Milchsäure beobachtet, während MORVEAU die Magensaftsäure als eine eigenthümliche nische Säure aufführte. PROUT verschaffte sich seinen Magensaft aus dem Magen verdauenr Thiere. TIEDEMANN und GMELIN hatten selbständig den Beweis geliefert, dass der Magent einen Gehalt an freier Salzsäure besitze, sobald Nahrungsstoffe verschluckt worden sind. ch TIEDEMANN und GMELIN ist der Magensaft, aus leerem Magen mit vielem Schleim vermischt, ht sauer. Neben der Salzsäure fanden sie im Magen des Pferdes auch Essigsäure und Butsäure; BERZELIUS: Milchsäure. TREVIRANUS glaubte zu finden, dass die Masse aus dem Darml von Hühnern, mit Wasser vermischt und in einer Porzellanschale digerirt, die Glasur selben stark angriff. TIEDEMANN und GMELIN gelang es dagegen nicht, im Magensafte einer e die auch nach älteren Angaben vermuthete Fluorwasserstoffsäure nachzuweisen. Jahre 1831 musste noch BERZELIUS seine Beschreibung des Magensaftes mit den Worten liessen: »Man weiss durchaus nicht, ob die im nüchternen Zustand abgesonderte nicht re Flüssigkeit von denselben Gefässen, wie die saure während der Verdauungszeit erzeugt r ob sie von verschiedenen und für jede eigenthümlichen Gefässen secernirt werden, gleiche z. B. der Schleim aus eigenen Drüsen abgesondert wird. Wenigstens hat man bis jetzt kein r die Absonderung des Magensaftes eigenthümliches Absonderungsorgan entdecken kön. MAGENDIE, an der Grenze der Neuzeit (1820), sagt ähnlich bescheiden über die damaligen rdauungshypothesen: »Die Beschaffenheit der chemischen Veränderungen, welche die eisen im Magen erleiden, ist unbekannt. Wenn man auf diese (bis zu jener Zeit aufgestell) Systeme die strenge Logik, welche von jetzt an in der Physiologie herrschen muss, anndet, so kann man in denselben nichts finden, als eine Folge des Bedürfnisses, welches der nsch hat, seiner Einbildungskraft zu genügen, und sich über Gegenstände, welche ihm unkannt sind, zu täuschen. War man denn wirklich um Vieles weiter gekommen, als man

gesagt hatte, die Verdauung sei eine Kochung, eine Gährung, eine **Maceration? Nein, denn** man verband keine bestimmten Begriffe mit den Worten«. **Es scheint mir, dass wir uns heute** noch eine berechtige Lehre aus diesen Worten des grossen Physiologen ziehen dürfen.

Wir sehen die Erkenntnisse über die Vorgänge im Magen von den dreissiger Jahren unseres Jahrhunderts an eine rasche Entwickelung nehmen. Das Wichtigste, was neu gewonnen wurde, war unstreitig die Erkenntniss der Absonderungsorgane des Magensaftes. Früher hatte man wohl die kleinen mit blossem Auge wahrnehmbaren Grübchen als Drüsen betrachtet. MAGENDIE behauptete, dass man in der Pförtnerhälfte des Magens eine grosse Anzahl von »Schleimbälgen« bemerke, denen ein Einfluss auf die Menge und Beschaffenheit der daselbst abgesonderten Flüssigkeit zugeschrieben werden könnte. Im Jahre 18[illegible] wurde nachgewiesen (SPROTT, BOYD), dass in jedes der oben genannten Magengrübchen eine Anzahl verschiedener Drüsenröhrchen münde. 1830 erkannte BISCHOFF die Verschiedenheit der Drüsen an der Pars pylorica des Hundemagens von den übrigen Magendrüsen. WASMANN, TODD und BOWMAN, HENLE, KÖLLIKER, KRAUSE, DONDERS setzten die Beobachtungen fort. BRÜCKE entdeckte die Muskelschicht der Schleimhaut, GERLACH studirte die Gefässvertheilung.

Der weitere Fortschritt bestand darin, dass es glückte, die Magenabsonderung im Magen eines lebenden Menschen direct zu beobachten. Im Jahre 1834 erschienen zu Boston die Untersuchungen BEAUMONT's über den Magensaft und die Physiologie der Verdauung, welche an einem Manne, St. Martin, angestellt waren, der durch eine Schusswunde eine zufällige Magenfistel davon getragen hatte (S. 289). Ein ähnlicher Fall wurde 18[illegible] durch BIDDER und SCHMIDT (GRÜNEWALD und SCHRÖDER) bei einer gesunden esthnischen Bäuerin beschrieben. Neuere Fälle von menschlichen Magenfisteln cf. oben l. c. Die zufälligen Magenfisteln erweckten den Gedanken, solche künstlich an Hunden anzulegen. Die ersten Magenfisteln wurden von BASSOW 1842 und BLONDLOT 1843 angelegt, wodurch die Untersuchungen über die Magenverdauung wesentlich gefördert wurden. BARDELEBEN verbesserte die Methode an Hunden, BIDDER und SCHMIDT legten eine Magenfistel bei einem Schafe an.

Neben der Verbesserung der Methode wurde auch ein tieferer Einblick in den Chemismus der Verdauung angestrebt. Die Entdeckungen über die freie Säure im Magen hatten zunächst auf den Gedanken gebracht, dass sie es sei, unter deren Wirkung die Lösung der aufgenommenen Speisen stattfinde. Eine genauere Beobachtung (BEAUMONT, J. MÜLLER [illegible]) führte dagegen zu dem Schluss, dass in den Säuren allein die Ursache der Magenverdauung nicht liegen könne (cf. S. 284).

In demselben Jahre, in welchem BEAUMONT's wichtige Untersuchungen bekannt wurden (1834), trat auch EBERLE mit Beobachtungen auf, nach welchen dem »Magenschleim« das Vermögen zukommen sollte, in sauren Flüssigkeiten Eiweissstoffe, Fleisch und leimgebende Stoffe zu lösen. Weder der Schleim allein noch die Säure allein sei dazu im Stande. EBERLE beobachtete, dass dabei die Eiweissstoffe ihre Fähigkeit zu gelatiniren verloren. [illegible] hatte damit die Grundlage der modernen Verdauungslehre gelegt, doch hatte er zunächst allem Schleim die gleiche Wirkung wie dem »Magenschleim« zuerkannt. 1836 wurden die Beobachtungen EBERLE's von J. MÜLLER und SCHWANN bestätigt, doch die lösende Wirkung auf den »Magenschleim« beschränkt. Man gewann die Flüssigkeit zur künstlichen Verdauung dadurch, dass man den Labmagen des Kalbes abpräparirte, so lange mit Wasser wusch, bis sie nicht mehr sauer reagirte, und dann trocknete. So konnte die Schleimhaut aufbewahrt werden und war jederzeit zu den Versuchen anwendbar. SCHWANN setzte die Untersuchungen über die Natur des »Verdauungsprincipes« noch weiter fort. Er fand, dass das »Verdauungsprincip, Lab oder Pepsin« in Wasser löslich sei, es war also nicht der Schleim selbst. SCHWANN studirte die Frage, wie die Säure zur Verdauung mitwirke und die Aehnlichkeit der Verdauung mit den »Fermentwirkungen«. SCHWANN versuchte auch das Pepsin darzustellen; er fällte es durch essigsaures Blei; aus dem Niederschlag gewann er es mit seinen Eigenschaften wieder, indem er es durch Schwefelwasserstoff vom Blei trennte. PAPPENHEIM und WASMANN (1839) haben diese Beobachtungen fortgesetzt und erweitert. Der Letztere verfuhr bei seinen Versuchen, das Pepsin darzustellen, analog wie SCHWANN; FRERICHS fällte es mit Alkohol

Schmidt mit Sublimat. Eine Methode, nach welcher man (ziemlich peptonfreies) Pepsin hält, stammt von Brücke her, der durch eine Fällung durch phosphorsauren Kalk und durch olesterin das Pepsin mechanisch niederreisst und dann von den Beimischungen trennt. dieser Art dargestellt gibt es nur spurweise Eiweissreaktion. Nach v. Wittich zieht man s Pepsin durch Glycerin aus der Schleimhaut aus. In Beziehung auf die Theorie der psinwirkung glaubt C. Schmidt, dass im Magensaft das Pepsin mit der Salzsäure zu Pechlorwasserstoffsäure verbunden sei. Diese Säure gebe (nach den neuesten Darstellungen) Salzsäure bei der Verdauung an die Albuminate ab, welche diese im status nascens in ptone verwandele; das freigewordene Pepsin verbinde sich wieder mit Salzsäure, wodurch r Process von Neuem beginnt. Aehnlich ist die Meinung Hoppe-Seyler's S. 284.

Die Veränderungen, welche die Nahrungsstoffe im Magen erfahren, waren auf die Albuminate und die leimgebenden Substanzen beschränkt. Schwann zeigte nach der Entdeckung cs's über die verdauende Wirkung auf Stärke, welche Tiedemann und Gmelin auch im gen beobachtet hatten, dass diese Wirkung auf mitverschluckten Speichel zu beziehen sei. s die Veränderung, welche die Albuminstoffe im Magen erfahren, keine Fäulniss sei, rde durch die Beobachtung der antiseptischen Eigenschaften des Magensaftes (d. h. seiner re) (Beaumont u. A.) widerlegt. Früher hatte man geglaubt, die löslichen eissstoffe würden unverändert resorbirt. Zuerst beobachtete man dagegen Gerinnung des Käsestoffs der Milch im Magen. Prout und Beaumont fanden, dass auch ges Eiweiss durch Magensaft umgewandelt werde, so dass es seine Gerinnungsfähigkeit rt. Eberle untersuchte die Eigenschaften der im Magensafte aufgelösten Proteïnverngen. Mialhe wies die grosse Uebereinstimmung derselben nach und nannte sie »Albu-«. Genauere Untersuchungen der »Peptone« verdanken wir Lehmann und Meissner, Bildungsgang der Peptone genauer zu zergliedern suchten. Brücke's und v. Wittich's chungen über die Verdauung haben in der neuesten Zeit die wesentlichsten Aufe ertheilt.

Ärztliche Betrachtungen und die Untersuchung der Magenkontenta. — Nach nen ins Blut und sonstiger Einführung gehen in den Magensaft über: Jodkalium (als Rhodankalium, milchsaures Eisenoxyd, Ferrocyankalium, Zucker u. a.

Concentrirte Lösungen von Alkalisalzen reizen die Magenschleimhaut, rufen ein ches Transsudat hervor und schaden dadurch der Magenverdauung, so wirken elsaures Natron und schwefelsaure Magnesia, auch Kochsalz in hoher Concentration. r Wirkung von Metallsalzen cf. oben S. 187.)

Galle und Speichel wirken, wenn sie in grossen Mengen in den Magen gelangen, enerregend, sie neutralisiren das Magensekret vermöge ihrer alkalischen Reaction. Die säuren fällen Pepton aus, wobei auch das Pepsin z. Thl. mitgerissen wird. Geringe mengen in den Magen ergossen stören aber, wie es scheint, die Verdauung wenig, was psin unwirksam wird, wird wohl überreichlich ersetzt durch das mit der Galle in den tretende Pankreassekret, dessen Wirkung in galligem Erbrochenen nachsen ist.

Im Erbrochenen haben wir den verschiedensten Mageninhalt gemischt mit den Eleten des Auswurfs (cf. diesen) vor uns. Auch Galle findet sich häufig beigemischt; chmal macht sie die Hauptmasse des Erbrochenen aus. Bei Magenkatarrhen findet sich Erbrochenen viel Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure, die sich nach Hoppe-Seyler vorch dann bilden, wenn die natürliche Säure im Magen fehlt. Gewöhnlich versteht man n Zustand unter »Dispepsie«, eine Dyspepsie (Störung der normalen Verdauung) h Mangel an abgesondertem Pepsin ist noch nicht constatirt. Die angeführten abnormalen en des Magensafts brauchen an sich die Verdauung nicht zu hindern. Namentlich wirkt lchsäure bei der Verdauung ganz ähnlich wie Salzsäure, dasselbe thut Salpetersäure ; Schwefelsäure, Phosphorsäure, Essigsäure, Ameisensäure, Weinre, Citronensäure wirken viel schwächer. Bei krankhaften Veränderungen des Mafindet sich im Erbrochenen häufig Blut, das durch den Magensaft meist in eine kaffee-

satzähnliche, bräunliche Masse verändert ist (S. 284). Manchmal ist das erbrochene Bl flüssig. Daneben finden sich bei Zerstörungen des Magens Gewebsbestandtheile der Krebszellen und Zellen anderer Pseudoplasmen, Pilze, Infusorien etc.

Fig. 65ª.



Formbestandtheile erbrochener Massen. *a* Labzellen; *b* Cylinderepithelien; *c* Schleimkörperchen; *d* Pflasterzelle der Mundhöhle; *e* Sarcina ventriculi; *f* Cryptococcus cerevisiae; *g* Amylonkörper; *h* Fetttropfen; *i* Muskelfaser.

Das Mikroskop kann ausser den bei dem Ausw nannten Epithelien etc. noch zeigen: Cylinderzellen, körperchen, Pigmentzellen, Blutkörperchen, Pilz Sarcina ventriculi und gewöhnliche Gährun Als Speisereste: Stärkekörner, Pflanzenreste, Pfla fässe, Spiralfasern, Chlorophyllkörner, Fetttröpfchen zellen, Muskelstückchen, glatte Muskelfasern, Bindeg und elastische Fasern (Fig. 65ª).

In dem grünen und blauen Erbrochenen tus aerugineus) ist der färbende Bestandtheil in den ergossene, von der Salzsäure desselben in Biliverdi Bilicyanin (Heynsius) oder Cholecyanin (S veränderte Galle. Stokvis zeigte, dass der Gallenf durch die verschiedensten Oxydationsmittel, auch Salzsäure bei Gegenwart von Ozon in den blauen F umgewandelt werden kann. Bei Cholera und U (letztere auch künstlich bei Thieren hervorgerufen) im Erbrochenen Harnstoff oder kohlensaures Am nachgewiesen, letzteres aus dem ersteren vielleicht erst im Magen entstanden. I brochene reagirt dann stark alkalisch.

Bei Magendilatationen, Gasteroectasie findet R. van der Velden im Magen stets Pepsin und meist freie Salzsäure, es fehlt aber die Salzsäure dauernd in nen Fällen, welche sich bei krebsiger Entartung entwickeln; bei Magenkatarrh fieberhaften Zuständen kann die Salzsäure im Magensaft vorübergehend fehlen.

Achtes Capitel.

Verdauungsvorgänge im Darme.

Der Dünndarm ist das Hauptverdauungsorgan.

Der saure Speisebrei, der noch bedeutende Mengen aller der Stoffe unver-dert in sich enthält, die der Einwirkung des Magensaftes und Speichels aus-etzt waren, gelangt durch den Pförtner stossweise in kleinen Partien in den ndarm, um dort noch weitere Veränderungen zu erleiden. Theilweise sind e Veränderungen ganz derselben Art und betreffen die gleichen Stoffe, wie ie in den beiden letzten Capiteln besprochen haben. Die Eiweissstoffe das Stärkemehl werden noch möglichst vollständig gelöst und diffusions-g gemacht, in Pepton und Zucker umgewandelt. Die im Magen eingeleitete chsäuregährung geht wohl im ganzen Dünndarm ebenfalls fort (Brücke).

Andererseits findet im Darme eine Stoffgruppe die Bedingungen ihrer Auf-ime, die bisher noch keine Verdauung erfahren hatte: die Fette.

Um dieses complicirte Resultat der Stoffumänderung zu erreichen, erhält r Darm mehrere Verdauungsflüssigkeiten. Seine Schleimhaut selbst und e in ihr enthaltenen meist schlauchförmigen Drüsen liefern ein Sekret: den rmschleim oder Darmsaft. Ausserdem ergiesst sich in den Zwölffinger-rm das Sekret der Bauchspeicheldrüse, der Saft des Pankreas, r dort mit dem Produkte der Leberabsonderung: der Galle, zusammentrifft.

Diese drei für die Verdauung wirksamen Säfte mischen sich dem von dem gen kommenden Chymus bei und vollenden die Veränderungen, die zur berführung der in letzterem enthaltenen Nahrungsstoffe in die Säftemasse des pers nothwendig sind. Was Mundhöhle und Magen begonnen und vorbereitet, rd von dem Darme vollendet. Es unterliegt keinem Zweifel, dass der Dünn-rm als Hauptorgan der Verdauung zu betrachten ist.

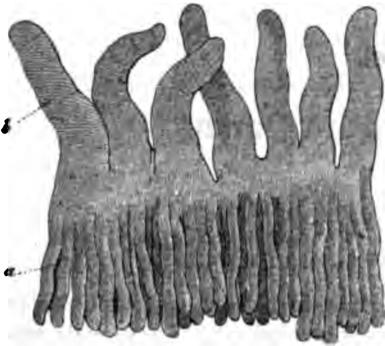
Die Sekrete, welche sich im Darm dem sauren Chymus zumischen, sind rchweg alkalisch; von Aussen nach Innen schreitet daher in dem in den rm übergetretenen Chymus eine Umwandlung der saueren Reaktion in eine al-lische vor, die schon, ehe er die Mitte des Dünndarms erreicht hat, vollendet ist.

Darmschleimhaut und Darmsaft.

Wir beginnen mit dem Darme und dem spärlichen Sekrete seiner Schleim-rut und deren Drüsen, dem Darmschleime oder Darmsafte.

Die Schleimhaut des Darmes ist dünner als die des Magens. W sehen in ihr dicht gedrängt, eine neben der anderen, einfach schlauchförmi Drüsen: die LIEBERKÜHN'schen Drüsen, die Schleimhaut senkrecht auf ihre Obe fläche durchsetzen. Sie entsprechen den Magenschleimdrüsen im Bau wie in jene setzt sich auch in diese d Cylinderepithel der Darmoberfläch ununterbrochen fort und kleidet sie vol ständig aus. Die innere Darmoberfläc erhebt sich in zahlreiche feine Fältche und Zöttchen, die in Cap. IX zu beschre benden Darmzotten, welche der Obe fläche ein sammtartiges Aussehen ve leihen. Rings um diese Darmzotten öffne sich die LIEBERKÜHN'schen Drüsen (Fig.66 Sie sind im ganzen Darme verbreitet. Ih Länge wird durch die Dicke der Schlei haut bedingt, da sie dieselbe in ihr ganzen Dicke durchsetzen: 0,3 — 0,4 m ihre Breite beträgt 0,06 — 0,08 mm. Je Drüse zeigt eine zarte, von einer Me brana propria gebildete Hülle.

Fig. 66.



Die Dünndarmschleimhaut der Katze im senkrechten Durchschnitt. *a* Die LIEBERKÜHN'schen Drüsen; *b* die Darmzotten.

Die Blutgefässe umspinnen die schlauchförmigen Darmdrüsen ziem ebenso, wie wir es bei den Magendrüsen gesehen haben.

Die Nerven sind mit Sicherheit noch kaum weiter als in das submu Bindegewebe des Darmes verfolgt, wo sie überraschend reiche Geflechte den, in denen MEISSNER eine grosse Anzahl von Ganglienzellen entdeck welche zweifellos als nervöse Bewegungs- und Sekretions-Centralorgane Darmes aufzufassen sind, und diesem die grosse Selbständigkeit in den betr fenden Beziehungen ertheilen, v der wir unten hören werden.

Ausser den LIEBERKÜHN'sch Drüsen finden sich in dem obe sten Abschnitte des Darmes a das Duodenum beschränkt au noch traubenförmige Dr sen: BRUNNER'sche Drüse welche in ihrer Gestalt, Grösse u im Bau Analogien mit den tr benförmigen Mundschleimha drüsen, in ihrer physiologisch Funktion wahrscheinlich mit d Pankreasdrüse zeigen. Sie steh von dem Pylorus an bis zur Ei mündungsstelle des Gallengange Direct am Magen bilden sie ein zusammenhängende Lage. Sie sitzen unter der eigentlichen Schleimhaut un senden ihre Ausführungsgänge durch diese hindurch. Ihre Grösse beträgt va

Fig. 67.



Die BRUNNER'sche Drüse des Menschen.

,2—1,0 mm, so dass man sie mit blossem Auge zu sehen bekommt, wenn man die Schleimhaut von der Muskelhaut abzieht (Fig. 67, S. 300). Ihre Blutgefässe verhalten sich analog wie die der Schleimdrüsen der Mundschleimhaut. Im Hungerzustande sind die Drüsenzellen trübe und klein, sie werden aber gross und hell bei der Verdauung. (Physiologisches cf. bei Pankreas.)

Im ganzen Darme finden sich noch reichlich »geschlossene Follikel«. Sie sind den bisher in den Schleimhäuten beschriebenen entsprechend gebaut und sind hier wie dort als einfachste Lymphdrüsen zu betrachten, an welche die Lymphgefässkapillaren aus der Darmschleimhaut und zwar besonders aus den Zotten derselben herantreten, und von denen dann weitere Lymphgefässchen wieder abgeben. Die geschlossenen Follikel finden sich hier entweder einzeln: solitäre Follikel: Glandulae solitariae, oder zu Haufen vereinigt in den PEYER'schen Follikelhaufen. In Bau und Grösse zeigt sich zwischen den Follikeln kein Unterschied. Im Dickdarm finden sich die geschlossenen Follikel in grösserer Anzahl als im Dünndarme, besonders stehen sie im Wurmfortsatze gedrängt. Sie sind dort etwas grösser und zeigen über sich regelmässig eine Einsenkung der Schleimhaut, die man nicht mit einer Drüsenmündung verwechseln darf.

Die spärliche mucinhaltige Absonderungsflüssigkeit der LIEBERKÜHN'schen Drüsen und der Epithelzellen des Darms hat man als Darmsaft oder Darmschleim bezeichnet. Die Art der Einwirkung des Nervensystems auf den Absonderungsvorgang hat man noch nicht sicher nachweisen können. Wahrscheinlich sind es, wie wir auch bei der Magensecretion vermuteten, zunächst die Ganglienzellen des Darmes selbst, welche die Absonderung anregen.

Durch electrische Nervenreizung, z. B. des Vagus, sah man bisher keine Secretion eintreten. Dagegen bringen mechanische oder chemische Reize, z. B. durch 0,1 % Salzsäure, oder electrische Reize durch Inductionsschläge direct auf die Schleimhaut selbst einwirkend ziemlich reichliche Sekretion hervor, dabei röthet sich die Darmschleimhaut durch gesteigerte Blutzufuhr (SCHIFF). Normal scheint die abgesonderte Darmschleimmenge sehr gering (THIRY).

Um reinen Darmsaft zu gewinnen, wird bei einem hungernden Hund ein 1—15 cm langes Darmstück aus dem ganzen Darme so ausgeschnitten, dass es mit seinen Blutgefässen, Gekröse, Nerven etc. in normaler Verbindung bleibt. Die beiden Enden des durchschnittenen Gesamtdarmes werden vereinigt durch Darmnaht, so dass der Zusammenhang des Darmrohres wieder hergestellt ist, welches nur um das ausgeschnittene Stück sich verkürzt findet. Letzteres wird an dem einen Ende, durch Nath geschlossen, vollkommen wieder in die Bauchhöhle herein gebracht, das andere offene Ende als Fistelöffnung an die Bauchwunde befestigt. Nach der Heilung bleibt die Darmfistel bestehen, durch welche man in das ausgeschnittene, nun blind endende Darmstück gelangen kann (THIRY).

1 □ cm Darmoberfläche secerniren nach THIRY in einer Stunde 4 Gramm Saft. Der ganze Darm des Hundes, der etwa 239 cm lang ist, würde danach in 5 Verdauungsstunden ... Gramm Saft absondern können; doch übersteigt diese Zahl wahrscheinlich die wirklich abgesonderte Grösse nicht unbedeutend, da an eine während so langer Zeit fortgehende ununterbrochene Sekretion kaum zu denken ist.

Der Saft aus solchen Darmfisteln ist bei Hunden dünnflüssig, hellgelb gefärbt, stark alkalisch und entwickelt mit Säuren Kohlensäure. Sein specifisches Gewicht ist im Mittel 1,0107. Er besitzt 2,5 % feste Bestandtheile davon:

Eiweiss	0,8013
sonstige organische Stoffe .	0,7337
Asche	0,8789, davon kohlensaures Natron 0,345—0,33

ALBINI fand, dass diese ausgeschalteten Darmstücke atrophiren, worauf sich die Wirksamkeit ihres Saftes beziehen mag.

Untersucht man den Schleiminhalt des Darmes nach dem Tode, nachdem sich e thelzellen stark mit Wasser imbibirt haben, so zeigen sich in ihm stets abgestossene zellen in reicher Menge, auch Schleimkörperchen. Offenbar betheiligt sich auch die Ob des Darmes an der Bildung des Schleimes, so dass die LIEBERKÜHN'schen Drüsen a flächenvermehrung der Schleimhaut durch Einstülpung zu betrachten sind. Die Sch dung beruht auf einer Mucinmetamorphose des Cylinderzelleninhaltes.

Die Angaben über die physiologische Wirksamkeit des Dünndarm sind noch vielfach widersprechend. Einige Experimentatoren hatten o keinen Darmsaft, sondern ein pathologisches Transsudat vor sich.

Der **Dünndarmsaft wirkt,** wenn wir die verschiedenen Angaben zusa fassen, bei alkalischer Reaction verdauend auf Fibrin (THIRY u. A.), Al (MASLOFF), frisches Caseïn, gekochte und frische Muskelsubstanz, vegetal Albuminate (KÖLLIKER, SCHIFF u. A.). Es entstehen dabei wahre Peptone (Der Darmsaft verwandelt Stärke in Zucker (SCHIFF u. A.), Rohrzucker in benzucker (LEUBE u. A.). Oele werden emulgirt (SCHIFF). Die Dünn schleimhaut enthält diastatisches Ferment, Trypsin und Pepsin (KÜHNE).

Auch der **Dickdarmschleimhaut** hat man noch verdauende Wirkungen schrieben. M. MARKWALD experimentirte an einem im übrigen gesunde schen, welcher einen Anus präternaturalis am Dünndarme besass, wol ganze Dickdarm vollkommen vom Dünndarm getrennt war. Er konnte Verdauung im Dickdarm nicht nachweisen. Stärke wurde nicht in umgewandelt, Fibrin und geronnenes Eiweiss wurden zwar gelöst abe starker Betheiligung von Spaltpilzen, es entstand Pepton, Tyrosin und so dass der Vorgang als eine Art von Fäulniss erscheint. Auch B. I beobachtete in einem ähnlichen Fall nur Einwirkung auf Amylum, Rohr und Fette, kein Pepsin. Der Dickdarm resorbirt Flüssigkeiten langsam geringer Menge, mit dem Wasser werden gelöste Stoffe (auch etwas Pepto genommen, nicht aber flüssiges Hühnereiweiss. Dagegen fand auch in der Dickdarmschleimhaut die Fermente der Dünndarmschlei wenn auch in geringeren Mengen.

HOPPE-SEYLER ist geneigt, die Absonderung eines eigentlichen Darmsaftes voll zu leugnen, und meint, dass sich all die angegebenen Versuchsresultate erkläre durch Anhaften und Infiltration von Verdauungsfermenten in die Darmschleimhaut Sekreten anderer Drüsen, namentlich des Pankreas. — Mit Rücksicht auf ärztlic fahrungen über Darmausscheidungen in Krankheiten scheint die Beobachtung A. M von Wichtigkeit, dass in gelähmte Darmstücke, d. h. in solche, deren Nerven schnitten wurden, sich ein sehr reichliches, eiweisshaltiges, alkalisches Transsudat e

Historisches über den Darmsaft. — Aeltere Versuche über den Darmsaft h mit gemischten Sekreten zu thun. FRERICHS suchte sich reinen Darmsaft zu verschaffe Abbinden eines vorher vorsichtig ausgedrückten Darmstücks, auf welche Weise er zi Mengen einer zähen Flüssigkeit aus dem Darm erhielt. ZANDER (BIDDER und SCHMID brachte bei Hunden in den oberhalb auf einen Kork abgebundenen Dünndarm, um den der übrigen in den Darm ergossenen Drüsensäfte abzuhalten, in einem Tüllbeutel die dauenden Stoffe: geronnenes Eiweiss und Fleischstückchen, Stärkekleister. Die

gen wurden dann wieder in die Bauchhöhle zurückgebracht. Nach einiger Zeit heraus-
men zeigte sich aus Stärkemehl Zucker gebildet und vom Eiweiss 6,5 %, vom Fleische
gelöst. KÖLLIKER und H. MÜLLER fanden bei analogem Versuche an einer Katze nach
nden nur noch 10 % des eingeführten geronnenen Eiweisses wieder. BUSCH sah Ei-
tückchen, welche aus dem Magenende einer Darmfistel beim Menschen unverdaut
raten, im Dickdarm noch verdaut werden.

AY, PASCHUTIN u. A. fanden die genannten verdauenden Wirkungen nicht. Der Saft
hte nur Fibrin zu lösen, wenn seine Reaktion alkalisch gehalten wird. Diese Lö-
eruht auf Anwesenheit eines Fermentes, das sich in ähnlicher Weise wie das Pepsin
lässt: v. WITTICH stellte das diastatische, zuckerbildende Ferment dar, ebenso PASCHUTIN.
e Eiweiss verdauende Wirkung des Dünndarmes ist in der Nähe des Pylorus am grössten,
ehen die BRUNNER'schen Drüsen. KROLOW fand ihr Sekret beim Schwein alkalisch
h letzteres Stärke in Zucker umwandeln und Fibrin auflösen. Die Drüsen, welche
rem Entdecker BRUNNER benannt werden, wurden schon 1686 entdeckt, von MIDDEL-
1846 zuerst genau untersucht. Bei Kaninchen finden sich in jener Gegend dem Pan-
ähnliche Drüschen im Darm (BERNARD). Hier und da auch bei anderen Thieren und
enschen.

r **vergleichenden Anatomie.** — Die Schleimhaut des Darmes zeigt bei Säugethieren
geln deutliche Zotten, auch manchen Fischen fehlen sie nicht. Die Darmschleimhaut
isten Fische und Reptilien besitzt Leistchen und Fältchen, die sich öfters netzartig mit
er verbinden, wodurch drüsenähnliche Hohlräume (makroskopische) entstehen, z. B.
rosch. Das Epithel im Darm der Wirbelthiere ist meist, wie im Magen, Cylinderepithel.
ddarm von Rochen und Haien sowie die Kloake der Vögel trägt Plattenepithel (LEYDIG).
gern und Vögeln finden sich in der Schleimhaut des Darmes sehr konstant die LIEBER-
hen Drüsen, bei den Fischen und Reptilien (mit Amphibien) werden sie durch die oben
ten makroskopischen Bildungen der Schleimhaut ersetzt (LEYDIG). Bei Säugethieren
igen Fischen finden sich überdies BRUNNER'sche Drüsen, die sich am zahlreichsten im
num der Pflanzenfresser finden. Bei Chimären, Rochen und Haien finden sich die
n Drüsen am entgegengesetzten Darmende (LEYDIG), »fingerförmige Drüse«. Vögeln,
n und den meisten Fischen fehlen sie ganz. Die PEYER'schen Follikel finden sich bei den
durch den ganzen Darm zerstreut. Die Muskularis des Darms ist bei der Schleie (Tinca
s) ganz und bei Cobitis fossilis grossentheils quergestreift, in der Schleimhaut
ich ausserdem noch glatte Fasern.

den niedersten Wirbellosen, bei Infusorien, wo eine Mundöffnung ins
leitet, mangelt öfters noch ein von der Körpersubstanz erkennbar geschiedener
dieser repräsentirt nur eine canalartige Lücke. Bei der Ernährung einzelliger
und contractiler Zellen giessen sich die Protoplasmamassen um das zu ergreifende
n herum oder dieses wird, an ausgesendete Fortsätze geklebt, mit diesen in das Innere
bes hineingezogen. Unter den Infusorien findet sich bei Trachelius ovum ein baum-
erzweigter Canal im Innern, der den Darmcanal vorstellt (EHRENBERG u. A.). Bei an-
fusorien ist Ein- und Ausgang der Darmhöhle öfters deutlicher durch eine Grenz-
n abgegrenzt, oder wie man gewöhnlich zu sagen pflegt, ein unten offener Oesophagus
die grosse Verdauungshöhle hinein. In manchen Fällen verdickt sich auch die Grenz-
n an der Mundöffnung zu haarähnlichen Bildungen (LEYDIG), wodurch z. B. der
senähnliche Cylinder in dem Munde von Prorodon, Amphileptus anser gebildet wer-
i den Süsswasserpolypen, bei denen der Körper schon deutlich aus Zellen be-
st der Magen und Darmcanal nur durch eine innere Höhlung begrenzt von denselben
ilen Zellen, die den übrigen Polypenleib zusammensetzen. Bei Würmern, Strahl-
Mollusken und Arthropoden haben wir dagegen schon denselben Bauplan des Tractus
den Wirbelthieren, bindegewebiges Schleimhautstratum (Tunica propria), innen mit
aussen mit einer Muscularis überkleidet, die äusserlich öfters schon von einem Ana-
r Serosa überzogen wird. Die Epithelien des Verdauungscanales wimpern entweder

vollständig oder theilweise. Die Form der Zellen wechselt von kleinen rundlichen Bläsch bis zu enorm langen cylindrischen Zellen im Darm der Gasteropoden, Insecten, Kreb Die Cuticularbildungen an der Oberfläche der Zellen bilden sich hier und da zu fest abziehbaren Häutchen aus, so im Magen von Paludina vivipara (Leydig). Die Cuticula v dickt sich ferner lokal zu zahnartigen Kauapparaten, wie die Zungenplatten und Ki theile der Schnecken, Tintenfische und Würmer (Zähne der Egel, Kauapparat der Kie würmer), zu den Magenzähnen der Aplysia und den Hornplatten im Magen anderer Mollus Die Magenzähne im Kaumagen von Oniscus, Porcellio erlangen eine grössere Härte d Einlagerung von Kalk in die Cuticularsubstanz. Bei den Cephalopoden sollen schlauchför Drüsen im Darm vorkommen, zottenartige Hervorragungen von der Dignität Drüsen (Bergmann und Leuckart) finden sich in der Magenschleimhaut vieler Insecten. Chylusmagen bei Pentatoma findet sich ein Abschnitt, in welchen vier Reihen eng mit ein verbundener Drüsenreihen einmünden (v. Siebold). Grössere blindsackartige Anhänge fin sich wohl meist von der Dignität der Drüsen bei einer Anzahl von Wirbellosen, z. B. Blindsack am Magenausgang der Cephalopoden. Einerseits fehlt bei einigen die Muscu des Darms, andererseits ist sie bei Insecten, Spinnen und Krebsen meist quergestr Die Serosa des Darms flimmert bei den Bryozoen und Echinodermen, sowie bei Aphr aculeata. Die Stelle des Mesenteriums vertritt bei den Insecten der Fettkörper (Ley

Ueber Entwickelungsgeschichte des Darms vergleiche man bei Magen.

Zur ärztlichen Untersuchung vergleiche man unten bei Koth.

Pankreas.

Das wichtigste Sekret, das sich in den Dünndarm ergiesst, ist das Bauchspeicheldrüse, des Pankreas.

Fig. 68.



Gefässe des Pankreas des Kaninchens. Vergr. 45.

Das Pankreas ist wie Speicheldrüsen eine zusamme setzte traubenförmige Drüse. Lappen und Läppchen lösen in mikroskopische Drüsenbläs auf, welche eine Membrana p pria besitzen, und im Innern Pflasterzellen ausgekleidet si welche sich durch den Fettrei thum ihres Inhaltes auszeichn Die Ausführungsgänge der Bläsc sowie der Hauptausführungsg der Drüse: der Ductus Wirsun gianus, besitzen Cylinderepith An seinen Wänden sitzen kle Drüschen an, welche im Bau möglicherweise auch in der Fu tion mit der Bauchspeicheldr übereinstimmen. E. H. We Langerhans, Pflüger, Ewald Giannuzzi geben an, dass in Acinis des Pankreas ein System äusserst feiner Canälchen existire, wel die einzelnen sekretorischen Elemente des Acinus umspinnen. Die Masch

leses Netzes umspannen 1—5 Drüsenzellen. Der Uebergang der feineren in le weiteren Ausführungsgänge geschieht häufig ganz plötzlich. Das Verhalten lr feinsten Gänge scheint denen zwischen den Leberzellen analog. Ausser m WIRSUNG'schen Gange besitzt die Drüse noch einen kleineren Ausführungs-nal, der, aus dem Kopfe der Drüse entspringend, nachdem er sich mit dem ptgange durch einen Seitencanal verbunden, entweder über oder unter der mündungsstelle desselben seinen Inhalt in den Darm ergiesst. Bei Unter-dungsversuchen des Pankreasausführungsganges zum Zwecke, sein Sekret la der Darmverdauung auszuschliessen, müssen sowohl dieser zweite Gang wie le von BERNARD beschriebenen kleinen Nebendrüsen des Pankreas be-rücksichtigt werden, welche sich nach KLOB auch beim Menschen finden. Nach zer sitzen sie stets in der Darmwand selbst. Die zahlreichen Blutgefässe s Pankreas stimmen in ihrer Verbreitung nahe mit denen der Speichel-sen überein (Fig. 68). Die sehr reichlichen Nervenstämme vom Sym-hicus treten an den feinen Ausführungsgängen in zahlreiche Ganglien. üger fand viele markhaltige Nervenfasern im Pankreas, die in den ausge-deten Alveolen desselben ähnlich endigen, wie in denen der Speicheldrüsen . S. 260.

Wenig ist über den Nerveneinfluss auf die Bauchspeichel-sonderung bekannt. Sie tritt etwa 5—6 Stunden nach der Nahrungs-ahme ein. Sie scheint durch sensible Reize der Magenschleimhaut (z. B. r reflectorisch angeregt zu werden. Nahrungsaufnahme steigert sie, bedeutendsten eiweissreiche Nahrung. Nach beendigter Verdauung fand ard den WIRSUNG'schen Gang leer. Wie alle arbeitenden Organe zeigt sie ihrer Thätigkeit in der Verdauung einen gesteigerten Blutzufluss. Während m nüchternen Zustande schlaff und weisslich ist, schwillt sie während der auung an und bekommt von den gefüllten Gefässen ein rothes Ansehen. geht daraus hervor, dass das Rohmaterial für die Drüsenabsonderung vom e geliefert wird; es unterliegt aber keinem Zweifel, dass auch hier die enzellen es sind, welche das an sich indifferente Material zu dem eigen-lichen Drüsensekrete verarbeiten. Reizung des centralen Vagusendes soll h LUDWIG und BERNSTEIN) die Sekretion aufheben, ebenso Erbrechen (BER-). Nach Durchschneiden der Gefässnerven scheint eine paralytische Se-tion einzutreten. R. HEIDENHAIN will vom verlängerten Mark aus die serabsonderung« der Drüse beeinflusst haben. KÜHNE und LEA konnten Sekretion durch Inductionsschläge, sowie durch Injectionen von Blut und lus anregen.

Die Drüsenzellen zeigen nach den Angaben von LANGERHANS und R. HEIDEN-mikroskopisch nachweisbare Veränderungen während ihrer Thätigkeit. terer unterscheidet an den Drüsenzellen eine körnige Innenzone (BERNARD'sche chen) und eine homogene Aussenzone (LANGERHANS unterscheidet noch eine dere: Kernzone). Im Hungerzustande überwiegt die erstere die letztere ichtlich. Bei lebhafter Absonderung verkleinert sich die gesammte Zelle, ei vermindert sich die körnige Innenzone, während die Aussenzone sich grössert. Sinkt die Absonderung, so vergrössert sich die Zelle wieder, die chenzone nimmt wieder zu, die Aussenzone ab. HEIDENHAIN deutet diese der auf Verbrauch und Ansatz der betreffenden, die Zonen bildenden Sub-

stanzen. Die Beobachtungen Kühne's mit A. Sh. Lea bestätigen diese Angab insofern, als auch die Genannten die Bernard'schen Körnchen nach dem Drüse lumen hin sich verschieben, bei langdauernder Sekretion kleiner und matt werden und endlich verschwinden sahen. Das fertige Pankreassekret tritt der dem Drüsenlumen zugewendeten Fläche aus, hier wirkt es verdauend sch in den Drüsenschläuchen auf Eiweisskörper, niemals aber zwischen den Zell selbst. In Beziehung auf die Gestalt und Grössenverhältnisse der ruhenden u absondernden Zellen weichen Kühne und Langerhans von Heidenhain wese lich ab: die ruhenden Drüsenschläuche (das Kaninchenpankreas) sind aus stets berandet, die ruhenden Drüsenzellen (hungernder Thiere) dagegen schle von einander abgegrenzt; wird die Drüse thätig, so zeigen die Drüsenschläu deutliche Wölbungen und Einkerbungen, welche der Zahl der darunter lieg den Sekretionszellen entsprechen, welche also offenbar vergrössert si die Zellen sind von einander durch kräftige, meist doppelte Linien gesond und zeigen deutlicher als in der Ruhe eine feine Strichelung von der B nach der Spitze der Kegel gerichtet.

Der Bauchspeichel.

Nach den Beobachtungen von Bidder und Schmidt und Cl. Bernard ist Bauchspeichel, welcher aus frisch bei einem Hunde angelegten Fisteln des W sung'schen Ganges gewonnen wird, eine stark klebrige Flüssigkeit, ohne m phologische Bestandtheile, klar, farblos, alkalisch, von salzigem Geschma Die festen Bestandtheile betragen zwischen 10—12%. Die Natronsa überwiegen in der Asche ähnlich wie in der des Blutserums.

Nach einer Analyse Schmidt's betrugen die festen Stoffe im Pankre zusammen 9,9%; die Asche 8,54 pro mille, davon: schwefelsaures Kali 0, schwefelsaures Natron 0,10, Chlornatrium 7,36, phosphorsaures N tron 0,45, Natron 0,32, Kalk 0,22, Magnesia 0,05, Eisenoxyd 0,02; waren also von den 8,54 pr. m. nur 0,31 pr. m. andere Substanzen als Natr verbindungen. Der Saft gibt alle Reaktionen einer alkalischen Lösung der weissstoffe. Daneben enthält er auch durch Essigsäure fällbares Kalialbumi Er coagulirt durch Erhitzen. (Ueber seine Fermente cf. unten.)

Ludwig und Weinmann haben an Saft aus permanent bestehenden Fisteln eine geringere Concentration beobachtet, nur etwa 5% im Mittel feste Stoffe und dem entsprech auch einen geringeren Gehalt an Salzen. Ludwig fand, dass die Concentration des Bau speichels mit der zunehmenden Absonderungsgrösse in der Zeit abnimmt, je mehr länger Saft abgesondert wird, desto weniger feste Stoffe enthält er. Das Verhalten ist so ganz analog wie bei der Sekretion der Speicheldrüsen (cf. oben S. 267). Die Verschie heiten in der Saftconcentration an temporären und permanenten Fisteln ist eine vollko regelmässige Erscheinung.

Legt man eine Pankreasfistel 5—9 Stunden nach reichlicher Nahrungsaufnahme an, zeigt sich der ausfliessende Saft zähflüssig Es hängt dieses, wie es scheint, mit der obe wähnten Röthung der Drüse durch die gesteigerte Blutzufuhr zusammen. Denn aus blassen Drüse erhält man aus Fisteln, die nach der 9. Stunde nach der Nahrungsaufn angelegt wurden, stets nur einen dünnflüssigen Saft, der aber auch durch eingenom Nahrung niemals die erwähnte dickliche Beschaffenheit des normalen Bauchspeichels erh

behauptet, dass die Drüse mit einer permanenten Fistel sich nicht mehr röthe. Der Saft zeigt nicht alle die specifischen Wirkungen des dickflüssigen.

Die Menge des Pankreassekretes beträgt bei einem 20 Kilogramm schweren de während 24 Stunden etwa 45 Gramm. Nach BIDDER und SCHMIDT's Rechnung vom d auf die Absonderung bei dem Menschen soll die Absonderung bei 64 Kilogramm Mittelicht etwa 150 Gramm Bauchspeichel mit 15 Gramm festen Stoffen betragen. Es scheint Angabe zu hoch, da nach BERNARD die Drüse nur während der Verdauung stärker abert. Eine Kuh von mittlerer Grösse gab 278 Gramm Saft in der Stunde, etwa ebensoviel Pferd, während ein Schwein nur 12—15 gab (COLIN). Aus permanenten Fisteln bei Hunist die abfliessende Saftmenge viel grösser. So erhielt SCHMIDT in einer Stunde bis zu Gramm auf 1 Kilogramm Thier, woraus sich für den Menschen von 70 Kilogramm im 4225 Gramm Bauchspeichel berechnen würden.

Chemie der Pankreasdrüse. — Im Gewebssaft des Pankreas finden sich, natürlich weise aus dem in den Ausführungsgängen enthaltenen Sekrete stammend: Wasser, liches Albumin, Leucin, Tyrosin, Guanin, Xanthin, Milchsäure, chtige Fettsäuren, Inosit (?), Fette, anorganische Salze. Das Leuund Tyrosin (VIRCHOW) findet sich in der Bauchspeicheldrüse in reichlicherer Menge in irgend einem anderen drüsigen Organe. Aus Pankreas vom Ochsen erhielt SCHERER 1% der feuchten Drüse Leucin. Es ist auch in der frischen lebenden Drüse enthalten, wie selbe Forscher nachweisen konnte. Das Tyrosin kommt in ihr in weit geringerer Menge . KÜHNE erklärt Leucin und Tyrosin für Produkte der Selbstverdauung der e, resp. des Drüsensekrets. Die grösste Menge der organischen Stoffe besteht aus Eiweiss Fetten. Nach E. BISCHOFF betrug der Gehalt eines Pankreas von einem Hingerichteten n Stoffen: 17,386 %, an Wasser: 82,613 %. OIDMANN fand 25 % feste Stoffe.

Wirkung des Bauchspeichels.

Das Sekret der Bauchspeicheldrüse enthält drei Fermente: ein diastatisches ker-bildendes), ein peptisches (Pepton-bildendes und das gebildete Pepton er in Leucin und Tyrosin zersetzendes) Pankreatin oder Trypsin (KÜHNE) und die neutralen Fette unter Hydration in Fettsäuren und Glycerin zerlegendes.

Die Functionen des pankreatischen Sekretes bestehen sonach in:

1) Umwandlung von Stärkemehl in Zucker,
2) Verdauung der Eiweisssubstanzen zu Pepton (und weiterer Zerlegung desselben in Leucin und Tyrosin und andere Zersetzungsprodukte, namentlich Indol) und in
3) Vorbereitung des Fettes zur Aufnahme in die Säftemasse des Organismus.

Die Fähigkeit der Umwandlung der Stärke in Zucker besitzt der Bauchchel in noch weit höherem Maasse als der Mundspeichel (VALENTIN, CL. BER-). Durch den Bauchspeichel wird nicht nur gekochte, sondern auch rohe e verdaut. Bei 35° C. ist die Wirkung fast momentan, bei niederer Temtur immer noch sehr rasch. Alle Einflüsse, die wir hindernd oder beernd auf die Mundspeichelwirkung fanden, haben die gleiche Wirkung das Pankreassekret. Nach BIDDER und SCHMIDT geht dessen Zuckerbildung , unbeeinträchtigt von der Anwesenheit von Galle und saurem Magen-. Das Zucker- bildende Pankreasferment scheint mit der Speicheldiastase tisch.

In Beziehung auf die Bildung von Zucker aus Dextrin (Achroodextrin)

übertrifft das diastatische Pankreasferment das des Speichels. Rohrzucker Inulin werden durch den Pankreassaft nicht verändert.

Das Zuckerbildungsvermögen kann das Pankreas bei den Carnivoren, we stens im wilden Zustande, in welchem sie keine stärkemehlhaltige Nahrung niessen, nicht bethätigen, trotzdem findet sich die Drüse auch bei ihne bedeutender Grössenentwickelung vor, zum Beweise, dass ihre zweite, zu von Corvisart konstatirte Function: die Verdauung von Eiweisskörpern in a lischer Lösung an Wichtigkeit der erstgenannten nicht nachsteht.

In der Drüsenzelle soll das Pankreatin nach R. Heidenhain nicht fertig gebildet enth sein, sondern nur eine hypothetische Muttersubstanz desselben: Zymogen, welches Verbindung des Pankreatins mit einem Eiweissstoff sein soll.

Es ist schwer, bei den Verdauungsversuchen mit künstlichem Pankreassaft (Drüse zug) den Eintritt von Fäulniss zu vermeiden, wodurch die bisher gewonnenen Res theilweise in ihrem Werthe wesentlich beeinträchtigt werden, da die bei der Fäulnis stehenden Stoffe zum Theil den bei Pankreasverdauung gebildeten gleich sind.

Die Befähigung des Bauchspeichels zur Eiweissverdauung war lange Gegenstand der troverse, der eine Autor konnte sie bestätigen, der andere fand an Stelle der beschrieb Verdauungsvorgänge nur Fäulniss. Die neueren Untersuchungen, zunächst die von Mei haben über allen Zweifel erhoben, dass durch Einwirkung von Pankreas-Extrakt die Ü führung der Eiweissstoffe in Peptone gelingt, aber nur dann, wenn das zu dem Ver verwendete Pankreas von einem während der Pankreas-Verdauung geschlach Thiere stammt. Wie sich Schiff ausdrückt, ist nur während der Verdauung das Pan mit seinen Fermenten »geladen«. Nach Schiff wäre die Anwesenheit des Dextrins in der genommenen Nahrung eines der Anregungsmittel, wie er dasselbe auch bei der Pepsinb des Magens annimmt. Schiff gab an, dass nach Ausrottung der Milz der Pankre oder das Infus der Drüse die Eiweiss-verdauenden Eigenschaften für immer ein A. Herzen vermuthete, dass die Milz während ihrer »Dilatation« in der Verdauungs ein das Pankreatin frei und wirksam machendes Ferment bilde. Er machte folgende Annahme stützendes Experiment. Da bei hungernden Thieren das Pankreas keine Ei verdauenden Wirkungen besitzt, setzte er mit dem Pankreas eines 24 Stunden nücht Hundes drei Eiweissverdauungsversuche an: 1) Pankreas des nüchternen Hundes allein daut nichts; 2) dasselbe mit der Milz desselben Hundes verdaut nichts; 3) das mit der Milz eines in der 7. Stunde der Verdauung getödteten anderen Hundes ver Alles.

Nach Meissner's Versuchen sollten nur in schwachsauren Flüssigkeiten die Eiweis per ohne vorausgehende Parapeptonbildung zu Peptonen, und zwar zu denselben wie die Einwirkung des Magensaftes sich lösen. (Kühne spricht von einem Antipepton.) An besonders Corvisart, sahen die Lösung auch in schwach alkalischen oder neutralen Flü keiten eintreten. Nach Corvisart löst der Pankreassaft auch leimgebendes Bindegeweb Leim zu einer nicht mehr gelatinirenden Flüssigkeit. Nach Kühne das erstere nur dann, es vorher über 70° erhitzt oder mit Säuren behandelt wurde. Das von Nencki gefun Glycocoll erklärt W. Kühne als durch Fäulniss (Bacterien) gebildet. Normale Pank verdauung bilde es ebensowenig als Leucin und Leim, Knorpel und Chondrin werden gelöst, ebenso die übrigen von Pepsin angegriffenen Gewebe. Neuerdings behauptet dass die Eiweissverdauung durch Bauchspeichel nur bei alkalischer Reaktion erfolge zwar ohne vorhergehendes Aufquellen der verdauten Substanzen (Danilewsky). Wie d Pepsin so wird auch durch das Trypsin Oxyhämoglobin unter Abspaltung von Hämatin setzt und verdaut, dagegen behauptet Hoppe-Seyler, dass sauerstofffreies Hämoglobin d dieses Ferment ebensowenig wie durch Fäulniss zerstört werde.

Nach Voit verwandelt Pankreassaft (und Magensaft!) arabisches Gummi in Zu — Ueber Indol und Indigo cf. S. 88/89. Kühne erklärt die Indolbildung aus Eiweiss

als eine Bacterienwirkung = Fäulniss. — Bei der Pankreas-Verdauung von Fibrin ›er entsteht Asparaginsäure (Salkowski u. A. cfr. bei Harnstoff.)

Bernard auch eine Einwirkung des Bauchspeichels auf die Fettver- ıg entdeckte, so machte er das Pankreas zum Faktotum der Verdauung. e Behauptung Bernard's stützt sich zunächst darauf, dass jeder Bauch- l, mit flüssigem Fett geschüttelt, eine ausnehmend feine Emulsion, ıb, bildet, aus der sich die minimalen Fetttröpfchen nicht wieder ab- n. Diese Tröpfchen sind so fein, dass man annehmen kann, dass solche von dem Darm durch die Gewebslücken aufgenommen werden .

e Frage, wie das Fett in die Lymphgefässe hereingelange, durch die mit · getränkten Gewebe, mit denen es sich ebenso wenig mischt, wie ein ›fen in ein mit Wasser befeuchtetes Papier eindringt, hat zahllose Unter- gen hervorgerufen. Man kann sich denken, dass, wenn die Fetttröpfchen ıst klein sind, sie durch die feinen Porenöffnungen der Zellen des Darmes, letztere Brücke ohne geschlossene Zellmembran an der Darmoberfläche ›ibt, eintreten könnten. In dieser Hinsicht erscheint also das Emulsions- ;en des Bauchspeichels von Wichtigkeit. Man hat gezeigt, dass auch die ınd der Darmsaft wie alle dünnflüssigen Sekrete dieses Vermögen thei- ›ch scheinen die von ihnen zertheilten Fetttröpfchen nicht so klein, wie rch Pankreassekret erzeugten zu werden.

an könnte sich andererseits vorstellen, dass das Fett, um aufgenommen rden, in eine mit Wasser mischbare Modification, z. B. Seife, überge- verden könnte, welche die Gewebe durchsetzt und sich in der Lymph- wo sich wahres Fett findet, erst wieder in Fett umwandelte. Bernard hat len, dass die Substanz der Bauchspeicheldrüse, auch der blassen (Eberle), s Sekret derselben die neutralen Fette zerlegt unter Bildung von Fett- ›n, so dass also Gelegenheit zu einer Verseifung der Fette gegeben ist, ch sie das geforderte Vermögen, mit Wasser sich zu mischen, erhalten n. Doch werden die Fette der Hauptmasse nach unzerlegt resorbirt e). Indem aber die Fettsäuren durch das Pankreassekret in Seifen um- lelt werden, deren Eigenschaft es ist, sich gleichzeitig mit Fett und · zu mischen, so müssen diese Seifen ganz in derselben Weise die Fett- ne im Darm ermöglichen, wie wir das von der Galle noch erfahren wer- Indem die Seifenlösungen die Darmschleimhaut und ihre Poren durch- ı, ermöglichen sie dem Fett den Durchtritt durch diese Hautschicht (cf. Die Wirkung des Pankreassaftes ist sonach, indem er aus einem Theil tes Seifen bildet, der Wirkung der Galle für die Fettaufnahme im Darm Die Seifen emulsioniren auch das Fett (Brücke).

ch Zerstörungen des Pankreas an lebenden Thieren suchte Bernard die Annahme zu dass der Bauchspeichel zur Fettverdauung unumgänglich erforderlich sei. Andere konnten die für seine Ansicht positiven Resultate nicht bestätigen, sie wollten nur Gefrässigkeit bei den operirten Thieren beobachtet haben. Auch Schiff hat mit m Erfolg das Pankreas durch Paraffininjectionen zerstört, die Hunde verdauten [illegible]. Bernard machte dagegen auf die möglichen Fehler bei den Versuchen aufmerk- r zweite Gang der Drüse, der nach Unterbindung des Hauptganges noch Saft in den [illegible] die Nebenpankreasdrüsen, die nach der Zerstörung des Hauptorganes [illegible].

noch fort functioniren. Wir kommen bei der Frage nach der Resorption auf die Pank wirkung zurück.

Den künstlichen Pankreassaft erhält man durch Glycerinauszüge der Drüsen stanz (v. WITTICH) am besten von Hunden, die man in der Zeit der Pankreasthätigkeit besten 5—6 Stunden nach der Nahrungsaufnahme) geschlachtet hat. Ausser dieser Zeit der Drüsenaufguss theilweise unwirksam. PASCHUTIN gelang es, die drei Pankreasferm durch Filtration der Lösung derselben (in Wasser oder concentrirten Salzlösungen) du Thonzellen zu trennen, v. WITTICH und COHNHEIM stellten das diastatische und das peptis Ferment auf andere Weise dar.

Historische Bemerkungen. — Schon 1662 fing REGNER DE GRAAFF den pankreatisc Saft des Hundes auf, den er klar und wenig klebrig fand. Er war dazu veranlasst wor durch die Behauptung seines Meisters F. SYLVIUS (DE LA BOË), dass der Pankreassaft Säure sei, welche, das Alkali der Galle sättigend, ein »Aufbrausen« bewirken müsste, Erscheinung, die man damals als eine sowohl in der lebenden als todten Natur hauptsäch wirkende Kraft (Gährung) betrachtete. MAYER und MAGENDIE untersuchten den Saft gen ebenso TIEDEMANN und GMELIN: sie fanden ihn alkalisch, reich an festen Bestandtheilen gerinnbar in der Hitze. LEURET und LASSAIGNE fanden ihn alkalisch und dem Mundspei ähnlich. VALENTIN beschreibt zuerst, dass der Bauchspeichel die Eigenschaft be Stärkemehl schnell in Zucker umzuwandeln. EBERLE beobachtete vor BERNARD die Ei schaft des Bauchspeichels, mit Fetten feine Emulsionen zu bilden. BERNARD's Untersuc gen über den Bauchspeichel waren besonders erfolgreich. Er schrieb ihm, trotz frü negativer Resultate von FRERICHS, BIDDER und SCHMIDT, Wirkung auf Eiweisskörper zu (in bindung mit der Galle). CORVISART (1857—58) bewies die Eiweissverdauung durch Pank sekret, in welchem er ein Ferment: Pankreatin annimmt. In neuester Zeit lernte ma Erfolge der Pankreasverdauung regelmässig hervorbringen (KÜHNE, BERNARD, v. WITTICH u.

Zur Entwickelungsgeschichte. — Bei dem Hühnchen ist (REMAK u. A.) die ers lage des Pankreas (65ste Brütstunde, nach SCHENK schon früher) eine kleine solide Wuc der hinteren Darmwand (Darmplatte) in der Höhe des linken primitiven Lebergangs, mit sich die Epithelialschicht des Darms in Verbindung setzt, indem sich der Pankreask seitliche Ausstülpung des Darmepithelrohrs (Darmdrüsenblattes) bildet. GÖTTE sah die Andeutung der Drüse als eine leichte Ausbuchtung beider Darmwandschichten. Die we Entwickelung geschieht nach dem Typus der Entwickelung der Speicheldrüsen. Die Epi lialschicht der Pankreasanlage treibt zunächst solide Sprossen, die in der Folge hohl wer BISCHOFF sah das Pankreas an einem 15,3 mm langen Rindsembryo als ein gabelförmig geth Stück Drüsencanal. Bei einem andern von 17,4 mm Länge war der Drüsenstamm rundum mit Anzahl (12—14) rundlicher Anschwellungen besetzt, so dass das Gebilde einer Dolde glich. LIKER beobachtete das Pankreas bei einem 4 Wochen alten Menschenembryo. Es war ein rer Gang, an den sich ebenfalls schon hohle Nebengängchen (7) ansetzten, die in solide Kn endigten. Nach BISCHOFF entwickelt sich Bauchspeicheldrüse und Milz aus einer Anfangs kommen verschmolzenen Bildungsgrundlage. — Das Zucker-bildende Ferme Pankreas fehlt den neugeborenen Kindern, gegen den 2. Monat tritt es schwach au steigt dann bis zum ersten Lebensjahre an (KOROWIN, ZWEIFEL), dagegen besitzt das Pa sofort nach der Geburt die Fähigkeit zur Eiweissverdauung und Fettzerlegung (ZWEIFEL).

Zur vergleichenden Anatomie und Physiologie. — Die Bauchspeicheldrüse ist vielfach gelappt. Bei Amphibien, Reptilien und Vögeln ist sie kompakter, bei Nagern in grössere Lappen getheilt (Maulwurf). Nicht selten kommen zwei Ausführungsgäng bei Schildkröten, Krokodilen, Vögeln (Taube und Huhn haben drei), einigen Säugeth die getrennt von einander ausmünden; einer verbindet sich dann meist mit dem D hepato-entericus (GEGENBAUR, LEYDIG u. A.). R. HEIDENHAIN hält die Pankreassekretion den beständig verdauenden Kaninchen für wahrscheinlich continuirlich, im Maxi werden in der Stunde 0,6—0,7 cc Saft abgesondert, welcher stets weit dünnflüssiger

dem Hunde, feste Stoffe im Mittel: 1,76%. Er enthält die drei bekannten Pankreasfermente, das Eiweiss-lösende in sehr wechselnden Mengen. Den Absonderungsdruck der Drüse stimmte er zu 219—225 mm Wasser = 16,8—17,3 mm Quecksilber. Bei Hemmung des Ausflusses, z. B. durch Dünndarmkatarrhe, findet sonach ebenso eine Resorption des Pankreassekrets wie der Galle statt. Unterbindung des Ausführungsganges bedingt bei Kaninchen keine wesentlichen Störungen. Der Diabatesstich ist ohne Einfluss auf die Pankreassekretion. Das ebenfalls dünnflüssige und continuirlich abgesonderte Pankreassekret beim Hammel verhält sich dem Kaninchensekret sehr ähnlich, es enthält aber stets reichlich das Eiweiss-verdauende Ferment. Unter den Wirbellosen findet sich bei den Cephalopoden ein deutliches Pankreas. Es besteht bald aus »Blinddärmchen«, bald aus Bäumchen mit traubenförmig anhängenden Endknospen (H. Müller). Hoppe-Seyler erklärt die sogenannten »Lebern« der Krebse für Pankreas nach ihrer physiologisch-chemischen Wirkungsweise (cf. oben Magensaft, S. 294).

Zur ärztlichen Untersuchung. — Im Wirsung'schen Gang kommen hier und da Concremente vor. Lehmann fand ein solches in der Hauptmasse aus geronnenem Albuminat bestehend, ausserdem enthielt es nur wenig kohlensauren und phosphorsauren Kalk. Nach Henry und Golding-Bird können die stickstoffhaltigen organischen Bestandtheile hinter die organischen zurücktreten (7%—16%). Die Hauptmasse bildet dann phosphorsaurer Kalk (—80%), und kohlensaurer Kalk (30%—16%), nebst Spuren von löslichen Salzen. Bei Icterus durch katarrhalische Schwellung der Schleimhaut des Duodenums wird mit dem Gallenausführungsgang auch der Ductus Wirsungianus verschlossen, an den hierbei beobachteten Verdauungsstörungen betheiligt sich sonach auch der Ausfall des Pankreassekrets. Bei Diabetes hat man mehrfach Zerstörung des Pankreas mit Concrementbildung beobachtet. In ersten Stadien des Fiebers wird Pankreassaft abgesondert, dessen Fermente man im Erbrochenen nicht selten nachweisen kann.

Das Sekret der Brunner'schen Drüsen (S. 300) des Duodenums ist noch nicht genügend bekannt. Nach Budge und Krolow soll der Drüsenauszug ein diastatisches und ein Pepton-bildendes Ferment (?) enthalten, nach Grützner nur letzteres und zwar Pepsin, er stellt daher die Brunner'schen Drüsen zu den Pylorusdrüsen des Magens.

Die Leber.

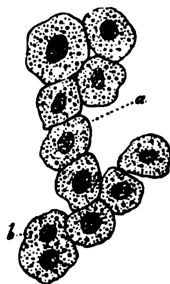
Die Leber ist die grösste Drüse des menschlichen Organismus. Aeusserlich ist das Leberparenchym dunkelbraun, im normalen Zustande gleichmässig gefärbt. Ein Hauptunterschied der Leber von den übrigen Drüsen mit Ausführungsgängen besteht darin, dass sie sich nicht in von einander getrennte Läppchen scheiden lässt, von denen jedes seinen eigenen getrennten Ausführungsgang besässe, unter einander durch Bindegewebe vereinigt. Das verbindende Gewebe sowie das Netz der Kapillargefässe stehen in der menschlichen Leber überall in directer Verbindung. Anders erscheint dieses bei den Lebern des Eisbären und des Schweines, bei welchen Thieren eine Trennung des Lebergewebes in einzelne, mit freiem Auge sichtbare Läppchen oder Inseln durch dazwischentretendes Bindegewebe besteht. E. H. Weber hat zuerst gezeigt, dass dieses letztgenannte Verhalten von der menschlichen Leber nicht getheilt wird, wenn auch häufig genug krankhafte Veränderungen der Drüse ein nach dieser Richtung zu deutendes Verhalten vortäuschen. Nirgends tritt Bindegewebe in so grosser Menge in die menschliche Leber ein, um eine Sonderung in Läppchen oder Inseln zu Stande kommen zu lassen. Trotzdem behaupten auch in der menschlichen Leber kleine Gewebsabschnitte etwa

von der Grösse der Leberläppchen des Schweines — 0,7 bis 2 mm eine gewisse Selbständigkeit. Man hat auch sie mit dem Namen Lebe chen oder Leberinseln belegt. Die Selbständigkeit, die Individu der Leberläppchen liegt vor Allem in der Anordnung ihrer Gefässe.

Die Leber bekommt nicht nur aus einer Quelle Blut zugeführt. A Arteria hepatica, die vor Allem zur Ernährung des eigentliche parenchyms (der Gefässe, Gallengänge, Nerven etc.) dient (HERING), e noch Blut aus dem Venenstamm der Pfortader, die sich aus den K fässen des Magens, der Milz und der Gedärme etc. bildet. Sie löst si Leber zu einem zweiten Kapillarnetze auf, so dass der Blutstrom in i mein langsam werden muss. Nach FLÜGGE bedarf beim Hunde das Durchströmung der Leber die gleiche Zeit, wie zur Vollendung eine Kreislaufes. Wir haben also drei Lebergefässarten zu unterscheiden; führende Gefässe: Arteria hepatica und Vena portae und die abführe fässe: die Lebervenen, Venae hepaticae. Um die Läppchen herum feine Pfortaderzweige: Venae interlobulares, welche ei Kapillarnetz in das Innere der Läppchen senden. Dort verbinden sie den arteriellen Kapillaren, deren feinste Stämmchen auch im Umf Läppchen verlaufen, und ergiessen ihr gemischtes Blut in ein grösse chen der Lebervene: Vena centralis oder intralobularis, welc mässig in der Mitte jedes Läppchens sich befindet. Es stehen also die zu- und abführenden Gefässstämmchen durch die ganze Leber hin regelmässigen Abständen von einander, aber wenn auch die Gefässe zelnen Läppchen überall in directer Verbindung mit einander sind sich doch eine aus ihrer regelmässig wiederkehrenden Anordnung theilweise Selbständigkeit der einzelnen Gefässbezirke nicht verkenne

Die feinen gallenabführenden Gänge schliessen sich an aderstämmchen, die Venae interlobulares, an und betheiligen sich dan schärferen Abgrenzung der Läppchen, so dass jedes derselben von eine Netz verschiedenartiger Gefässe rings umsponnen wird. Zwischen d fässen, den übrig bleibenden l gesehen von den Lymphgefäss lend, befindet sich das absonde sengewebe der Leber: das sic Leberzellen und den Ga pillaren zusammensetzt.

Fig. 69.



Leberzellen des Menschen; *a* einkernige, *b* eine mit doppeltem Nucleus.

Fig. 70.



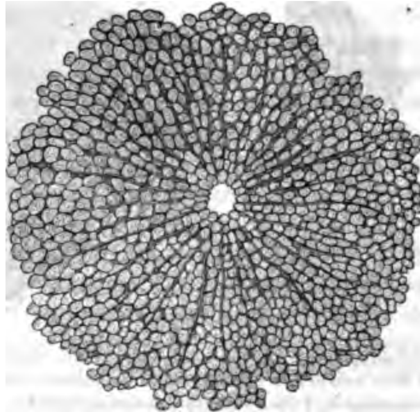
Zellen der Fettleber; *a*, *b* mit kleineren Fettmolekülen und Tröpfchen; *c*, *d* mit grossen Tropfen.

Erstere sind unregelm formte, durch den Druck ab Zellen, mit einem feinkörnige weissreichen, gelblichen Proto welchem sich ein grosser, run chenförmiger Zellenkern mit ei zwei Kernkörperchen erken (Fig. 69). In dem Inhalte d finden sich regelmässig grös kleinere Fetttröpfchen und gelbröthliche Farbstoffkörnchen, ders bei pathologischen Veränderungen, aber auch bei der reichlich

in der Nahrung, z. B. bei säugenden Thieren, findet sich eine bedeu-
ıhäufung von Fett in den Zellen, die einzelnen kleinen Tröpfchen kön-
ı zu grösseren Fetttropfen zusammenfliessen (Fig. 70). Eine Mem-
Leberzellen ist nicht nachgewiesen; isolirt zeigen die lebenden Zellen
› amöboide Bewegungen (Leuckart).

Zellen liegen mit ihren abge-
, Flächen direct neben einander
en ein solides Netzwerk. Be-
regelmässig ist das Zellennetz
Centralvene herum, wo es
rklich strahlenförmige Anord-
igt (Fig. 71). Die Dicke der
·tze richtet sich in der Breite
ı Zwischenräumen, welche die
›n zwischen sich lassen, manch-
eben sie nur aus einer Zellen-
nter einander, manchmal sind
5 Zellen breit, stets aber ist
n wegen der ungleichmässigen
ıng der Kapillaren und ihrer
ıräume ganz unregelmässig.
schien am einfachsten, anzu-
dass, wie an anderen Drüsen,
, der Leber die absondernden
eine Hülle eingeschlossen, die
die Gallengänge mündete, als Epithel stünden. Nach Beale, Kölliker
let sich eine analoge Anordnung wirklich. Die Gallengänge gehen, wie
nge bekannt ist, in Begleitung der Pfortader- und der Leberarterien-
n das Innere des Lebergewebes ein; indem sie sich baumförmig ver-
rreichen sie endlich die Läppchen, wo sie sich zu einem zarten Netz-
ı dem Läppchenumkreise auflösen, nachdem sie vorher fast ohne alle
tige Verbindung mit einander verliefen. Von diesem Geflechte gehen
ıste Gefässchen an die Läppchen heran. Die letztgenannten Forscher
an, dass die Verbindung der feinsten Gallengefässe und der Leberzellen
bewirkt werde, dass sich eine zarte Hülle von den Gallengängen her
Leberzellen hinwegzieht, wodurch leberzellenhaltige zarte Röhren ge-
ırden, was besonders bei Lebern von Embryonen deutlich sei. Bei Le-
ı Erwachsenen liesse sich die Hülle um die Leberzellen nur an den
·llen der Zellenröhren an die Gallengefässe noch nachweisen, weiterhin
·lze sie untrennbar mit den Membranen der Gefässe.

Fig. 71.



Leberläppchen eines 10jährigen Knaben (Copie nach Ecker) mit dem Querschnitt des centralen Lebervenen-stämmchens.

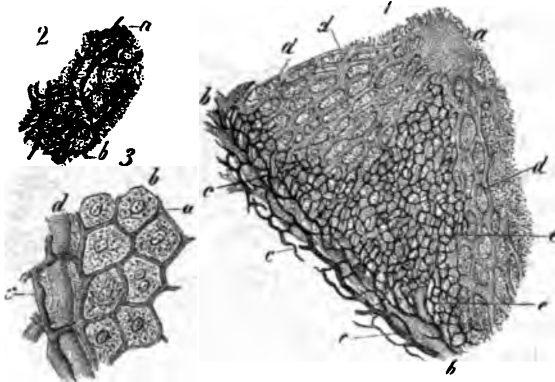
feinsten wirklichen Gallengänge im Läppchenumkreis haben nur noch
rchmesser von 0,011 — 0,015 mm.

.e gab an, dass die Leberzellen die ganze Höhlung, welche von der sie
ssenden feinen Hülle — einer Membrana propria — gebildet wird,
ollkommen ausfüllen, so dass zwischen ihnen Platz für den Abfluss
nen gebildeten Sekretes bleibt (Gallenkapillaren).

.ach, Budge, Andréjevic, Mac Gillavry und Chrzonszczewsky fanden,

dass feinste Gallengänge: Gallenkapillaren (Fig. 72) in die Läppchen i zwischen die Leberzellen hereintreten. Sie sind Canälchen von äussers Feinheit (beim Kaninchen 0,002—0,0017 mm messend) und bilden kubis Maschenräume von Grösse der Leberzell Sie verlaufen nicht an Kanten, sondern zwisch den Scheidewänden Leberzellen (Hering), dass ihr Hohlraum m von zwei Zellen gebil wird.

Fig. 72.



Gallenkapillaren der Kaninchenleber. 1 Ein Theil eines Läppchens. *a* Vena hepatica; *b* Pfortaderast; *c* Gallengänge; *d* Kapillaren; *e* Gallenkapillaren. 2 Die Gallenkapillaren (*b*) in ihrem Verhalten zu den Haargefässen der Blutbahn (*a*). 3 Gallenkapillaren in ihrer Anordnung zu den Leberzellen. *a* Kapillaren; *b* Leberzellen; *c* Gallengängchen; *d* Haargefässe der Blutbahn.

Die weiteren Leb gallengänge bestehen Bindegewebe mit ela schen Fasern mit Cylind epithel bekleidet, an grösseren Gallengän zeigen sich glatte M kelfasern (Henle, Heidenhain auch an mittelweiten Gängen), aber nur an der G blase zu einer d Muskelschicht werden. Die feinen Gallengänge haben eine structurlose und Epithel. Hering hat den Zusammenhang zwischen den Galleng und Gallenkapillaren erkannt, sowie das Verhalten der Leberzellen zu de ben. Die Lichtung der feinsten Gallengänge geht ohne erhebliche Mind ihres Durchmessers unmittelbar in die intralobularen Gallenwege oder Gall kapillaren über. Hier wechseln die Gänge das Epithel. Unmittelbar an Hohlräume zwischen den Leberzellen (Gallenkapillaren), deren Epithel also Leberzellen (gleichsam) darstellen, stösst das Epithel der kleinsten Galleng (Leydig), aus kleinen Zellen bestehend, die nur zuweilen an der Stelle des Ue gangs etwas vergrössert erscheinen.

In den Gallenwegen findet sich eine Menge kleiner traubenförmiger Schlei drüschen: die Gallengangdrüsen (Kölliker, Riess). Luschka zeigte Vorkommen auch in der Gallenblase.

Die Leber ist reich an Lymphgefässen, die ein oberflächliches tieferes Netz um sie spinnen und die Pfortader bis in die Läppchen beglei Hier setzen sie sich fort in ein das ganze Läppchen durchstrickendes vie Netzwerk lymphatischer Gänge. Die Leberzellen grenzen mit einem Theil ih Oberfläche auch an diese interlobulären Lymphräume (Mac Gillavry), wel Hering für Kunstprodukte hält. v. Wittich injicirte von der Trachea aus feines, perivaskular die Pfortader und Lebervenenstämme umspinnendes N von feinen Hohlräumen, Lymphgefässe, von welchen sehr feine Ausläufer in Leberläppchen zwischen Blutkapillaren und Leberzellen vordringen.

Die zahlreichen Nerven der Leber, die vom Sympathicus — Ple

liacus — und Vagus stammen, sind in ihrem Verhalten im Innern der Drüse, welche sie mit den Arterien eindringen, neuerdings von PFLÜGER erforscht. sind sehr reichlich, enthalten viele Ganglienzellen. Mit den Leberzellen ten theils markhaltige Nervenfasern durch feine in die Zellen eintretende rillen in Verbindung, theils Bündel feinster Fasern. Das Verhalten erinnert r an das bei den Speicheldrüsen beobachtete S. 260.

Chemische Bestandtheile der Leberzellen.

Die Leber als die grösste Drüse des Organismus war vielfältig Gegenstand gehender chemischer Untersuchung. Man hat in ihr (BERNARD) einen in den rigen Organen des Erwachsenen sonst nur in geringerer Menge vorkomenden Stoff, zweifellos ein Produkt ihrer Zellenthätigkeit, vorzüglich bei Erhrung mit Amylaceen, in relativ grosser Masse aufgefunden, das Glycogen, s sich unter analogen Bedingungen wie Stärke in Zucker verwandelt.

Unter den Bestandtheilen, die man nach der Ausspritzung des Blutes bei glichster Vermeidung kadaveröser Zersetzungen (durch Abkühlen auf die mperatur des schmelzenden Eises oder durch Erhitzen auf 100° C.) aus der er gewinnt, steht quantitativ neben mehreren Eiweissmodificationen Glycogen gewöhnlich obenan. SCHIFF hält die blassen Körnchen, welche bei starken Vergrösserungen stets in allen Leberzellen findet, für Glyco-. Nach C. BOCK und F. A. HOFFMANN ist das nicht der Fall, diese Körnchen en sich nicht mit Jod, während bei feinen Schnitten von glycogenreichen rn sich der Zellinhalt selbst mit Jod dunkel färbt, so dass das Glycogen s in ihm enthalten zu sein scheint. Der Glycogengehalt ist nicht in Theilen der Leber gleich vertheilt (v. WITTICH). Neben Glycogen finden meist noch eine grössere oder geringere, absolut aber immer kleine Quanvon wahrem Zucker, nach CL. BERNARD's neuen vorwurfsfreien Versuchen 77) etwa 2,4 pro mille, und specifische Gallenbestandtheile, von en es zweifelhaft bleibt, ob sie aus dem Zelleninhalte oder aus den feinen llengängen stammen, welche nicht entleert werden können. Die Leber entt ein sacharificirendes, diastatisches Ferment, welches sich auch in der Galle det (v. WITTICH).

SALOMON constatirte in zwei Fällen Glycogen in der frisch untersuchten Leber neugerener Menschen.

Das Glycogen wird entweder als schneeweisses, lockeres Pulver oder als spröde omiartige Masse gewonnen. Seine elementare Zusammensetzung lässt es nach v. GORUPASEZ, APJOHN, PELOUZE als ein wahres Kohlehydrat erscheinen, das sich in der procentien Zusammensetzung von Stärke nicht unterscheidet: $C_6 H_{10} O_5$. Doch scheint es veriedene Wassermengen chemisch binden zu können, denn die Analysen verschieden gestellter Präparate ergaben neben der eben genannten auch wasserreichere Formeln: $H_{12}O_6$ und $C_6 H_{14} O_7$. Nach SCHTSCHERBAKOFF enthält die Leber bei gemischter Nahrung lycogenmodificationen, die sich durch ihr optisches Drehungsvermögen und chemisches halten unterscheiden. Die Lösung des Glycogens in Wasser ist milchig trüb, mit Jod mt es tiefrothe Farbe an (wie die Stärkeart: Inulin); es reducirt Kupferoxyd in alkaliær Lösung nicht, wodurch es sich vom Traubenzucker unterscheidet. Kochen mit vernter Schwefelsäure oder Salzsäure, dann Einwirkung von Speichel und pankreatischem t verwandeln das Glycogen zuerst in einen dem Dextrin ähnlichen Stoff, dann in Trauben-

zucker (cf. oben). Dasselbe thut kaltgewonnenes wässeriges Leberextrakt und Blutserum, so dass wir in diesen ein zuckerbildendes Ferment wie in den Speicheldrüsen und dem Pankreas annehmen müssen, das v. WITTICH auch isolirte. Animalisches **Dextrin**, die Vorstufe des Zuckers, stellte zuerst LIMPRICHT aus Pferdelebern dar. Neuerdings spricht man von **Glycogendextrin** und zwar wird ein α und β unterschieden, je nachdem es durch Säuren oder Alkalien aus Glycogen gewonnen wurde. (KÜHNE, NASSE, v. VINTSCHGAU u. A.)

Es erscheint nach dem Gesagten als keine gewagte Behauptung, wenn man den in dem Leberextrakte gefundenen **Zucker** von der Umwandlung des **Glycogens** ableitet. Lässt man ausgeschnittene, frische Lebern einige Zeit liegen, so entsteht in ihnen fast ohne Ausnahme Zucker in reichlicherer Menge. Nicht selten findet sich aber in der ganz frischen, dem eben getödteten Thiere entnommenen Leber neben dem Glycogen fast gar kein Zucker vor. Es darf dieses aber nicht so gedeutet werden, als ob der Zucker überhaupt erst ein Produkt kadaveröser Zersetzung der Leber sei (PAVY, MEISSNER), weil die im Leben in der Zeiteinheit gebildete Zuckermenge relativ klein ist und sofort durch den Blutstrom aus der Leber entfernt werden muss.

Von **rein nervösen Einflüssen auf die Glycogenmenge der Leber** weiss man wenig. Nach Durchschneidung des Rückenmarks zwischen 5.—6. Halswirbel fand JACQUES MAYER die Glycogenmenge und die Glycogenbildungsfähigkeit der Leber verringert.

Die **Glycogenmenge in der Leber steht unter Beeinflussung der Nahrungsverhältnisse** (R. MAC-DONNEL, TSCHERINOFF u. A.). Am reichlichsten ist sie bei einer Nahrung aus Stärke oder Zucker mit Albuminaten. Fettfreies Fleisch, Leim, nach v. MERING auch Eieralbumin, Fibrin und Pepton als Nahrung genossen, genügen, um in der Leber Glycogen hervorzubringen, während es aber bei der erstgenannten Nahrungsweise bei Hühnern bis zu 12 % des Lebergewichtes ansteigen kann, beträgt es bei der zweiten nur circa 1,7 %. Bei **verhungerten** Thieren kann es in der Leber gänzlich fehlen, bei hungernden Hunden aber erst nach 14—21 Tagen. Dagegen fanden VALENTIN und C. AEBY, was C. VOIT bestätigte, bei **winterschlafenden** Thieren, LUCHSINGER ebenso bei »Winterfröschen«, die Glycogenmenge der Leber auffallend reichlich. Einige Stunden nach der Nahrungsaufnahme ist der Glycogengehalt der Leber am grössten, dann nimmt er ab. Aus der Beobachtung, dass die Glycogenmenge in der Leber steigt bei Fütterung mit Amylaceen und Zucker (M'DONNEL, PAVY, TSCHERINOFF, DOCK u. A.) schloss man, dass das Glycogen der Leber aus dem Zucker der Nahrung stamme, während der Entdecker des Glycogens, BERNARD, die

[redacted]

wird, um dann nach einem bestimmten physiologischen Eingriff neben dem gesammten Leberrest auf Glycogen vergleichend untersucht zu werden, für vollkommen unzulässig, da dieser starke operative Eingriff die Glycogenmenge in der im Organismus restirenden Leber herabsetzt. v. WITTICH sah nach Unterbindung des Ductus choledochus den Glycogengehalt der Leber (bei Kaninchen und Tauben) fast vollkommen verschwinden, resp. bei Tauben um das 12fache, bei Kaninchen um das 40—130fache abnehmen. Jede mechanische Reizung der Leber macht dabei den Harn zuckerhaltig.

Ausser in der Leber der Erwachsenen ist das Glycogen zuerst in den Organen, namentlich den Muskeln, von Embryonen nachgewiesen worden (BERNARD, KÜHNE). Neuerdings auch in den Muskeln erwachsener Individuen (O. NASSE) und in vielen jugendlichen Zellen (HOPPE-SEYLER) kommt es neben wahrem Zucker (MEISSNER, J. RANKE) vor. In den Muskeln neugeborener Thiere fand es M'DONNEL. Dextrin stellte LIMPRICHT aus dem Fleisch junger Pferde dar.

Das Eiweiss der Leberzellen fällt z. Th. beim Ansäuern mit Essigsäure heraus. Dasselbe findet statt bei der nach dem Tode eintretenden Säuerung des im Leben alkalischen Gewebssaftes der Leber. Die Säuerung geschieht wie in den Muskeln durch das Auftreten von Milchsäure, die von verschiedenen Beobachtern in den Lebern der Menschen und Thiere nachgewiesen wurde. Durch die Gerinnung des Albuminats wird die Leber ganz ähnlich todtenstarr wie der Muskel, wodurch sie weniger brüchig als im frischen Zustande, fester erscheint. Es betheiligt sich an diesem Starrwerden der Lebersubstanz aber auch das bei der Abkühlung festwerdende Fett der Leberzellen.

Die Fette der Leber sind noch wenig untersucht, es finden sich, neben anderen noch unerforschten, stets Oleïn, Stearin und Palmitin. v. BIBRA fand Spuren von Cholesterin im Leberextrakt.

Harnstoffbildung in der Leber. — Harnsäure, Sarkin und Xanthin scheinen (...ER, CLÖTTA, STÄDELER) stets im Leberextrakt zu sein; ebenso eine ziemlich bedeutende Menge von Harnstoff (HEINSIUS, MEISSNER u. A.), aus der abzunehmen ist, dass die Leber neben den Muskeln (Picard) eine der Hauptbildungsstätten des Harnstoffs im Organismus ist (MEISSNER). In der Hundeleber finden sich etwa 0,06—0,1 Gramm, d. h. ... 0,02 % des Lebergewichts. MEISSNER fand auch in der Milz Harnstoff, ebenso Spuren im Gehirn (STÄDELER) und der Lunge. Aus CYON's Beobachtungen geht hervor, dass die Leber an das durchströmende Blut Harnstoff abgibt, was neuerdings bestätigt wurde. Da auch andere Organe an der Harnstoffbildung sich betheiligen als die Leber, so ist das Versuchsergebniss IM. MUNK's, dass das Blut procentisch etwas mehr Harnstoff enthält als die Leber desselben Thieres, nicht unverständlich. Aus vier vergleichenden Versuchen an Hunden berechnet er im Mittel Harnstoffgehalt in der Leber 0,034 %, im Blut 0,042 %. Die Wirkung der Leber und der Lymphdrüsen etc. auf die Harnstoffbildung ist für die Ernährungslehre von grösster Wichtigkeit (cfr. Harnstoff bei Harn Cap. XV.)

In der Vogelleber fand MEISSNER anstatt Harnstoff reichlich Harnsäure, was nach den Ausscheidungsverhältnissen des Stickstoffs im Harn bei Vögeln zu erwarten war.

v. BIBRA fand in der Leber eines in Folge eines Sturzes plötzlich gestorbenen Mannes folgende Zusammensetzung, die als Beispiel der normalen quantitativen Verhältnisse dienen kann:

Wasser	761,7
feste Stoffe . . .	238,3
unlösliches Gewebe	94,4
lösliches Albumin .	24,0
Glutin	33,7
Extraktivstoffe . .	60,7
Fett	25,0

Die Asche der Leber stimmt ziemlich genau mit der Fleischasche überein, doch

überwiegen die Kalisalze etwas weniger über die Natronsalze als im Fleische, einen unentfernten Blutgehalt in der untersuchten Drüse deutet. In 100 Theilen A Leber eines Mannes fand OIDTMANN:

Kali	25,28
Natron . . .	14,51
Magnesia . .	0,20
Kalk	3,61
Chlor	2,58
Phosphorsäure.	50,18
Schwefelsäure .	0,92
Kieselsäure . .	0,27
Eisenoxyd . .	2,24
Manganoxydul .	0,10
Kupferoxyd . .	0,05
Bleioxyd . . .	0,01
	100,00

Kupfer und Blei finden sich fast regelmässig in der Asche der Menschenleber Nur ein Theil der in der Leber aufgefundenen Stoffe geht in das Sekret derselbe Galle über und kommt dadurch für die Lehre von der Verdauung in Betracht. Ei nicht unbedeutenderer Theil (Zucker) geht aus den Leberzellen in das Blut zurück, v jene das Material zur Bildung ihrer specifischen Produkte bezogen.

Die Galle.

Die Galle ist normal flüssig, klar, ohne geformte Beimengungen. zufällige Bestandtheile findet man abgestossene Cylinderzellen der v Gallengänge, hier und da auch Pflasterzellen aus den Gallenkapillaren.

In der Menschengalle, die man bei Sectionen gewinnt, zeigen sich mal grössere und kleinere Fetttröpfchen und Farbstoffkörnchen, in selte len findet sich Gallenfarbstoff in röthlichen Nadeln ausgeschieden.

Die frische Blasengalle reagirt auf Pflanzenpapier neutral oder : alkalisch (v. GORUP-BESANEZ). Letztere Reaktion ertheilte ihr wohl ziemlich reichliche Beimischung von Schleim, das Absonderungsproduk den Ausführungshohlräumen beschriebenen Schleimdrüsen. Die steti Darm abfliessende Galle ist dünnflüssig, bei Behinderung des Abflusses dickflüssiger und mucinhaltiger. Das specifische Gewicht der Bla schwankt zwischen 1026—1032, ihre festen Stoffe betragen im Mittel 1 Ihre Farbe ist in der Gallenblase gelb, grün, braun, bis schwarzbraun. Luft färbt sich gelbe Galle grün, die Galle der Vögel und Pflanzenfre diese Farbe schon während des Lebens in der Gallenblase. In der Gal wird die Galle concentrirter. Das menschliche frische Lebersekret (a Gallenfistel) hat nur ein specifisches Gewicht von 1010,5—1010,7 (J und nach JACOBSON 2,24—2,28 %, nach meinen Bestimmungen im Mittel feste Stoffe. Die Galle mit concentrirter Schwefelsäure gemischt flu Im durchfallenden Lichte zeigen diese Lösungen eine dunkelrothe, im a den Licht eine saftgrüne Farbe.

In der Galle sind Stoffe enthalten, welche dieses Sekret vor allen charakterisiren; es sind dieses die Gallensäuren: die stickstoffhalti

cholsäure und die Taurocholsäure, die ausser Stickstoff auch noch hwefel in ihrer Zusammensetzung besitzt (S. 84).

Beide Säuren sind gepaarte Verbindungen der Cholsäure, die selbst ckstofflos ist. Der Stickstoffgehalt der Glycocholsäure hat seinen Grund rin, dass in dieser Säure die Cholsäure mit dem stickstoffhaltigen Glycin paart ist. Paart sich mit der Cholsäure das stickstoff- und schwefelhaltige urin unter Aufnahme von 2 Atomen Wasser, so entsteht die zweite gepaarte ure, die Taurocholsäure. Die Cholsäure gehört nach Baumstark (da sie n sog. Benzoëkern enthält) zur Reihe der aromatischen Substanzen: zu denen ch die Hippursäure, das Indican und Tyrosin gehören.

Das Glycin (Syn. Glycocoll oder Leimzucker seines süssen Geschmacks egen) kommt nicht nur in der Galle an Cholsäure gebunden vor. Gepaart mit enzoësäure findet man es im Blute und Harne als Hippursäure. Es ist n Zersetzungsprodukt des leimgebenden Gewebes und des Eiweisses. Es ist nstlich (aus Monochloressigsäure) dargestellt worden.

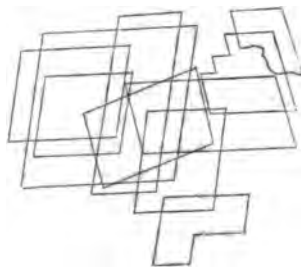
Durch Erhitzen der Cholsäure bei 200° C. bildet sich, sowie durch Kochen t Säuren, das Dyslysin.

Die Gallensäuren sind in der Galle an Natron gebunden, nur spur-ise an Kali; sie erscheinen als seifenartige Verbindungen. Die Gallensäuren eihen den Gallen den sprüchwörtlichen bittern Geschmack. Auch fen: Alkalisalze von Oelsaure, Stearinsäure, Palmitinsäure und anderen ter flüchtigen fetten Säuren, dann neutrale Fette: Oleïn, Palmitin, rin enthält die Galle, auch Lecithin und Zersetzungsprodukte des Leci-s: Cholin (Neurin) und Glycerinphosphorsäure.

Die Farbe der Galle rührt von dem Gallenfarbstoff her, dem Bili-in, das durch oxydirende Einwirkungen in Biliverdin und Bilifuscin über-n kann. Schon der Sauerstoff der Luft genügt zur Ueberführung, braune e wird grün an der Luft. (Die Bildung des nfarbstoffs cf. S. 88).

Ausserdem finden sich in der Galle auch nor-geringe Mengen von Fett theils als solches, s mit den reichlich in der Galle sich finden-Alkalien verseift, auch ein fettähnlicher, h seine charakteristische Krystallform ausge-neter Körper: Cholesterin (Fig. 73). In Galle wird dasselbe durch die Salze der Gal-uren in Lösung gehalten.

Fig. 73.



Krytalle des Cholesterins.

Picard fand in der Rindergalle, Popp auch er Schweinegalle Harnstoff (0,03 %).

Die Galle der verschiedenen Thiere ist verschieden zusammengesetzt. In Gallensäuren kann die Cholsäure der Menschengalle durch ähnliche ren ersetzt werden beim Schwein, der Gans: Hyocholsäure und Che-cholsäure; nach H. Bayer ist auch die Zusammensetzung der Cholsäure r Rindergalle von der in der Menschengalle (Anthropocholsäure) verschieden. der Menschengalle wiegt hier und da das taurocholsaure Natron vor, manch-l fehlt es dagegen fast ganz. Der Schwefelgehalt der Galle ist bei verschie-

denen Thieren je nach dem Vorwiegen des Glycins oder des Taurins i bindung mit der Cholsäure (oder ihren Vertretern) sehr verschieden.

In einigen Untersuchungen über trockene Lebergalle aus einer Gallenfist dem Menschen fand ich eine Zusammensetzung, die mit der von GORUP für Bl galle gefundenen gut harmonirt (cf. unten S. 324).

Die quantitative Zusammensetzung der Blasengalle mögen zwei A von GORUP-BESANEZ veranschaulichen, welche möglichst normalen Verhältnissen entspr

Menschengalle in 100 Theilen:

	49jähr. Mann enthauptet	29jähr. Weib enthauptet
Wasser	82,27	89,81
feste Stoffe	17,73	10,19
gallensaure Alkalien .	10,79	5,65
Fett und Cholesterin .	4,73	3,09
Schleim mit Farbstoff	2,21	1,45
anorganische Salze .	1,08	0,63

HOPPE-SEYLER fand in der getrockneten Blasengalle: Mucin 1,29 %, taurocholsau tron 0,86 %, glycocholsaures Natron 3,03 %, Seifen 1,39 %, Cholesterin 0,35 %, L 0,53 %, Fette 0,73 %. N. SOCOLOFF bestimmte ebenfalls den Gehalt »normaler« mensc Blasengalle an gallensauren Salzen zu 3,8—9,8 %, Seifen 1,2—2,08 %. Der Gehalt der sauren Salze schwankt zwischen 1,08—1,13 %, was einem Mittelwerth von etwa 24 % cholsäure entspricht. In Gallen von Kranken ist der Schwefelgehalt theils weit ni theils viel höher, woraus sich Schwankungen des Taurocholsäuregehalts der »kranken von 8,9—52,3 % berechneten.

Als Beispiele von Aschenanalysen der Galle mögen folgende dienen.

In 100 Theilen Asche von Ochsengalle sind enthalten (ROSE):

Chlornatrium . .	27,70
Kali	4,80
Natron	36,73
Kalk	1,43
Magnesia . . .	0,53
Eisenoxyd . . .	0,23
Manganoxyduloxyd	0,12
Phosphorsäure . .	10,45
Schwefelsäure . .	6,39
Kohlensäure . .	11,26
Kieselsäure . . .	0,36

In 1000 Theilen Galle vom Men (Lebersekret) aus einer Fistel gen (JAKOBSON):

KCl	1,276
$NaCl$	24,508
PO_4Na_3	5,984
$(PO_4)_2Ca_3$	1,672
CO_3Na_2	4,180

Den Schwefelgehalt der Ochsengalle (im trockenen Rückstand des Alkoholauszu BENSCH zu 3,58 %.

Die Aschenanalyse zeigt das quantitative Ueberwiegen der Natronsalze über die salze deutlich, welch' letztere etwa nur 1/6 der ersteren betragen. Dieses Verhältniss so bemerkenswerther, da es in der Leberasche gerade umgekehrt ist. Von den müssen Schwefelsäure und Kohlensäure, als erst durch die Verbrennung gebildet, wohl ganz, letztere wenigstens ihrer Hauptmasse nach abgerechnet werden. Weiter er wir den hohen Gehalt an freien Alkalien (Natron), die in der frischen Galle mit den säuren vereinigt waren. YOUNG fand den Eisengehalt der frischen Blasengalle beim H 0,016 %, beim Rind 0,003—0,006 %, beim Menschen 0,004—0,01 %. Da das Eisen a störtem Hämoglobin stammt, so würden 100 Gramm Blasengalle etwa 1,6 Grm. zer Hämoglobin entsprechen.

Die Gase der Galle wurden von Pflüger u. A. untersucht. Die Ergebnisse sind sehr schwankend. Sauerstoff scheint manchmal zu fehlen, als Beispiel diene folgende Analyse an der Blasengalle eines Hundes:

Sauerstoff	0,2	bei 0° und 1 m Druck.
Stickstoff	0,4	
Auspumpbare Kohlensäure	14,4	
Durch Phosphorsäure austreibbare Kohlensäure	41,7	

Die Gallenabsonderung.

Die Absonderung der Galle ist eine stetige, sie geschieht unter einem sehr ringen Druck. Wenn der Druck in den Gallengängen, z. B. durch Verschliessung des Ausführungsganges, steigt, so tritt schon bei geringer Drucksteigung e Galle in das Blut zurück, und zwar glaubt Heidenhain, dass dieser Rückitt aus den gröberen Gallengängen erfolge; es treten dann die Gallenstoffe 'arbstoff und Gallensäuren) im Harn auf (Hoppe-Seyler), Schleimhäute und aut färben sich gelb: Icterus. Nach A. Röhrig ist die Grösse der Gallenekretion im Allgemeinen abhängig von dem Blutreichthum er Baucheingeweide. Es stimmt das damit überein, dass die Gallenabnderung wie die Absonderung des Harns sinkt durch Blutverluste und bei gebreiteten Muskelcontractionen (J. Ranke), durch welche das Blut den Baucheingeweiden in die arbeitenden Muskeln abgeleitet wird. Nereinfluss ist in directer Weise auf die Gallenabsonderung nicht nachwiesen. Der Vagus hat in dieser Beziehung eine indirecte Bedeutung, inm er momentan die Ausscheidungsweise auf mechanischem Wege verändert durch, dass er die Athembewegungen insgesammt, also auch die Bewegungen s Zwerchfells beeinflusst. Durch den Druck, welchen das bei Einathmung rabsteigende Zwerchfell auf die Baucheingeweide mit der Leber ausüben, ird das Sekret derselben mechanisch ausgedrückt (Heidenhain). Der nach der ahrungsaufnahme gesteigerte Druck in der Bauchhöhle, welcher von der Anllung des Magens und des Darms herrührt, hat sonach zweifelsohne ebenfalls nen Einfluss auf die mechanische Entleerung der Gallengänge. Aktive in der eber selbst gelegene Auspressvorrichtungen, Muskeln, lassen sich nicht chweisen. Ueber den Nerveneinfluss fand Pflüger neuerdings, dass nach rchschneidung der Nervi Vagi, Phrenici, Splanchnici, Sympathici, ch Zerstörung des Plexus coeliacus, nach Zerquetschung aller in die rta hepatis eintretenden Nerven bei freiem Blutumlauf die Sekretion der Galle t unverändert fortbesteht. Reizungen der erwähnten Nerven geben kein bemmtes Resultat. Heidenhain machte es wahrscheinlich, dass durch Reizung r Gefässnerven, d. h. durch Verminderung der Blutzufuhr die Sekretion vermdert wird; dasselbe fand Pflüger für directe Application der electrischen izung auf die Leber. Abgesehen von dem angeführten äusseren Druck nen wir als Entleerungsmoment nur das »Nachrücken« der fort und fort in n Leberzellen sich bildenden Galle, welche die schon in den Ausführungsngen angehäufte vor sich herschiebt, anführen. In der Gallenblase sammelt h die secernirte Galle, wird da durch Wasserresorption etwas concentrirt d während der Dünndarmverdauung in grösseren Mengen in den Darmcanal

ergossen, wohin sie sonst stetig in kleineren Mengen abfliesst. Die Entle**ı** rung der Gallenblase erfolgt durch Contraction ihrer Muskulatur, die na**ı** HEIDENHAIN durch Rückenmarksreizung künstlich herbeigeführt werden kan**ı**

Die Gallenbildung.

Das aus dem Darmcanal kommende Blut der Pfortader vor Allem führt der Leber d**ı** Material der Gallenbildung zu, und die Leberzellen werden um so thätiger, je grösser di**ı** Stoffmenge ist, welche ihnen auf diesem Wege zukommt. Doch scheinen neuere Versuch**ı** zu ergeben, dass die Gallenbildung auch ohne die Pfortader (nach langsamer Unterbind**ı** derselben) vor sich gehen kann (ORÉ), und dass auch von den Arterien aus Material an d**ı** Leberzellen abgegeben wird (KÜHNE und CHRZONSZCZEWSKY). Es ist das erklärlich, da ja d**ı** Kapillarnetz der Läppchen sowohl von der Pfortader als von der Arterie aus gefüllt wer**ı** kann, so dass sie sich für die Sekretion gegenseitig ersetzen können. Nach den Beobachtun**ı** von FRERICHS, ORÉ, KOTTMEYER u. A. soll die Unterbindung und Obliteration der Leberarte**ı** die Gallenabsonderung unterdrücken. Es ist das wahrscheinlich, da die Arterie das Leb**ı** parenchym ernährt, ihm Sauerstoff zuführt und es damit functionsfähig erhält. Es würde s**ı** diese Beobachtung vergleichen lassen mit der Entdeckung GIANNUZZI's, dass die Speic**ı** drüsen nach Unterbrechung des arteriellen Blutstroms zu secerniren aufhören (»ermüde**ı** wenn auch sonst reichlich flüssiges Material zur Sekretbildung vorhanden ist (S. 263).

Nur ein Theil der Gallenstoffe stammt direct aus dem Blute: das Cholesterin **ı** die anorganischen Salze sind hier vor Allem zu nennen: die Gallensäuren und der Ga**ı** lenfarbstoff sowie das Glycogen sind erst Umwandlungsprodukte des Stoffmaterials, **ı** die Zellen aus dem Blute in sich aufnehmen. Erstere finden sich ohne Icterus nicht in d**ı** der Leber zuströmenden Blute; nach Exstirpation der Leber, welche Frösche längere **ı** überleben (J. MOLESCHOTT u. a.), treten sie ebensowenig im Blute auf. Die chemisch-physi**ı** schen Vorgänge in der Leber finden mit nachweisbarer Wärmebildung statt. Das P**ı** aderblut, welches vom Darm her der Leber mit den bei der Verdauung resorbirten S**ı** beladenes Blut zuführt, verändert in der Leber seine chemische Zusammensetzung nich**ı** bedeutend, doch bedürfen fast alle angegebenen Differenzen noch sehr der Bestätigung. **ı** scheint konstant während der Verdauung, wenn das Pfortaderblut ziemlich viel Fett en**ı** Fett in der Leber zurückgehalten zu werden, wenigstens zeigt sich das Lebervenenblut zu**ı** fang der Darmresorption noch fettarm. Das Lebervenenblut soll nicht gerinnen, wä**ı** das Pfortaderblut gerinnt. Das Lebervenenblut ist weit weniger reich an Wasser **ı** Unterschied beträgt 10%) und soll viel weniger (31% Differenz) Salze enthalten (LE**ı** Das Pfortaderblut ist reich an Blutkörperchen. Das Lebervenenblut soll 3mal mehr r**ı** Blutkörperchen enthalten als das Pfortaderblut. Die meisten rothen Körperchen aus **ı** Lebervene sollen aber mehr sphärisch und sehr resistent gegen Wasser sein: jugendli**ı** Blutkörperchen (FUNKE) (cf. unten Blutbildung). Die Unterschiede des arteriel**ı** Blutes vom venösen der Leber sind noch weniger sicher gestellt als vorstehende. Die **ı** terien der Läppchen speisen einen sehr beträchtlichen Theil der Zellen derselben. N**ı** KÜHNE und CHRZONSZCZEWSKY kann jedes Leberläppchen geschieden werden in zwei Territo**ı** sekretorischer Elemente, von denen das eine durch die Pfortader, das andere durch **ı** Arterie gespeist wird.

Es ist wahrscheinlich, dass wenigstens ein Theil des Bildungsmaterials für die Gall**ı** säuren Eiweissstoffe sind. Man hat früher angenommen, dass die Cholsäure, welch**ı** ihrem chemischen Verhalten, namentlich in ihren Zersetzungsprodukten durch Salpeters**ı** Aehnlichkeit mit der Oelsäure zeigt, aus Fett, welches die Pfortader in reichlicher M**ı** der Leber zuführt und das in dieser zurückgehalten zu werden scheint, entstanden sei. **ı** betrachtete als Beweis dafür auch die Anhäufung von Fett in den Leberzellen, welches **ı** sich aus dem Blut in dieselben als Bildungsmaterial abgelagert dachte. Wir wissen aus d**ı**

an ebenso zu thun zu haben, wie bei der Mästung überhaupt. Für eine reichliche ; von Eiweissstoffen in der Leber spricht auch das oben erwähnte reichliche Vor- von Harnstoff in der Lebersubstanz.

r Gallenfarbstoff bildet sich mit grösster Wahrscheinlichkeit aus Blutfarbstoff. u. A. haben darauf hingewiesen, dass das Bilirubin identisch oder wenigstens sehr sei dem Hämatoidin, das sich aus alten Blutextravasaten bildet und durch Sau- ı Biliverdin übergeführt werden kann (Heintz). Sobald freier Blutfarbstoff im Blut ı ist, so tritt im Harn Gallenfarbstoff auf; ersteres kann man erreichen durch Injec- Wasser (M. Hermann) oder von gallensauren Salzen ins Blut (Kühne).

Einfluss der Nahrung auf die Leberthätigkeit.

ber die Ausscheidung der Galle wurden an Thieren viele Versuche an- . Es wurden die Gallenmengen, die während 24 Stunden gebildet wur- ıs künstlichen Gallenfisteln entleert und bestimmt. Es zeigte sich , dass die Absonderung der festen Gallenstoffe steigt von der Zeit der reich- ı Verdauung der Eiweissstoffe an, also von der dritten bis achten Stunde er Nahrungsaufnahme; von da an sinkt die Absonderungsgrösse wieder rascher nach geringer Nahrungsaufnahme als nach bedeutender. Bernard das Maximum der Gallenabsonderung in die 7. Stunde nach der Nah- ufnahme. Nach Arnold und Voit steigt die Gallenabsonderung sogleich er Nahrungszufuhr. Dabei ergeben die Versuche, dass die Gallenmenge mit der procentischen Menge von Eiweissstoffen, welche Nahrung genossen werden, während Fett allein sie nicht nur nicht t, sondern vermindert, wie es ja überhaupt den Eiweissumsatz im smus herabsetzt. Die grössten Gallenmengen werden abgesondert bei steigerter Fleischaufnahme neben wenig oder keinem anderen Nahrungs- am wenigsten Galle liefert eine Nahrung mit viel Fett und sehr wenig

gesteigerte Arbeitsleistung der Muskulatur den Drüsen und vor Allem der Leb Blut entzogen wird, das dem arbeitenden Organ in gesteigerter Menge zu strömt (J. Ranke). Bei Hunger sinkt die Gallenmenge. Umgekehrt kann durc Vermehrung der Flüssigkeitsmenge in den Leberblutgefässen die flüssige Ab sonderung der Galle gesteigert werden. Bei der Verdauung, wenn der Blut zufluss zur Leber vermehrt ist, wächst die Gallenabsonderung. Einspritzu von Flüssigkeit in die Blutgefässe (Wasser, auch Lebergalle, J. Ranke, Lösung von gallensaurem Natron, Schiff) steigert die Gallensekretion, dasselbe thu Wassertrinken (?). Die Wiederherstellung der Blutcirculation in der Leber frisch geschlachteter Thiere (Schmulewitsch) erneuert die Gallenausscheidung (?) ebenso die Einleitung von Wassercirculation in den Gefässen (Pflüger).

Die Menge der vom Menschen durchschnittlich gelieferten Galle schätzt man bisher auf 160—1200 Gramm in 24 Stunden nach den Bestimmung an Katzen und Hunden unter Berücksichtigung des verschiedenen Körperg wichtes. Die beobachteten bedeutenden Verschiedenheiten der Absonderung grösse der Galle bei verschiedenen Thierarten nehmen dieser Rechnung ziemli ihren Werth. Es glückte mir, eine Gallenfistel bei einem Manne zu b obachten und zuerst einige Bestimmungen der in 24 Stunden ausgeschiede Galle zu machen. In Folge eines Echinococcus hepatis war ein Durchbruch einen Lungenbronchus erfolgt. Zeitweilig wurde keine Galle in den Darm, s dern alle durch die Lunge entleert. Der Mann wog 47 Kilogramm. Im Mi schied er in 24 Stunden aus 652 Gramm Galle mit 20,6 Gramm festen Sto und 11 Gramm Gallensäuren, im Minimum 415 Gramm, im Maximum 945 Gra Ein Kilogramm Mensch secernirt sonach in 24 Stunden im Mittel 14,0 Gr flüssige und 0,44 Gramm feste Galle, im Maximum 20,11 Gramm flüssige 0,8 Gramm feste Galle. Analoge Beobachtungen v. Wittich's an einer Gallensteine entstandenen Gallenblasenfistel bei einem Weibe ergaben Stunden 88^{cc} abfliessende Galle, in 10 Stunden 224^{cc}. v. Wittich bere daraus für den Tag eine Ausscheidung von 532,8^{cc} Galle, was mit meinen obachtungen gut stimmt. Die Zusammensetzung des Lebersekretes fand quantitativ sehr genau mit der oben von v. Gorup-Besanez gegebenen über stimmend mit Ausnahme des Wassergehaltes. Nach den älteren Beobachtun von Frerichs und v. Gorup-Besanez besitzt die Blasengalle des Menschen Mittel 13,65 % feste Stoffe, während nach meinen Bestimmungen das fris Lebersekret des Menschen nur 3,16 % feste Stoffe enthält. Die mittlere Zus mensetzung des Lebersekretes und der Blasengalle, erstere nach meinen, le tere nach den Bestimmungen von Frerichs und v. Gorup-Besanez ist bei d Menschen folgende:

	Blasengalle:	Lebersekret:
Gallensäuren	54,8 %	58,5 %
Fett, Cholesterin	21,8 -	14,5 -
Farbstoff, Schleim	16,0 -	17,3 -
Asche	6,0 -	14,8 -

Die Asche des Lebersekretes beträgt 14,8 % im Mittel, während die Blaseng

$^{0}/_{0}$ enthält. Diese Beobachtungen beweisen, dass neben Wasser auch nische Salze in der Gallenblase resorbirt werden. Die Verschiedenheiten en Lebersekret und Blasengalle, welche wir am Menschen beobachteten, sich auch etwa in denselben Grenzen bei Thieren. Eine Verminderung organischen Salze in der Gallenblase des Hundes scheinen auch die leider ollkommen beweiskräftigen vergleichenden Aschenbestimmungen HOPPE-s zu ergeben; er bestimmte im trockenen frischen Lebersekret 8,0 $^{0}/_{0}$, Blasengalle dagegen nur 0,88 $^{0}/_{0}$ anorganische Stoffe. Es ist nach unse-126—136 zusammengestellten Beobachtungen selbstverständlich, dass es i der Resorption in der Gallenblase nicht um einen »einfachen« Diffu-rgang handeln könne. Je nach den verschiedenen Körperzuständen, ja Blutveränderungen setzen, die denen durch Nahrungsaufnahme ganz sind, wird die abgesonderte Menge der Gallenstoffe bei ein und demsel-lividuum sehr bedeutend verschieden sein. Je eiweissreicher ein Orga-ist, desto grösser wird seine Gallenabscheidung. Damit mag es zusam-gen, dass die Galle, welche man aus gesunden weiblichen Leichen ıchte, procentisch wasserreicher war als die aus gesunden männlichen. er des Individuums wird sich entsprechend dem grösseren Wasserreich-welchen die Organe in der früheren Jugend und im hohen Alter wie im einen bei dem weiblichen Geschlechte zeigen, nach derselben Richtung machen.

e Zucker bildende Thätigkeit der Leber, begründet auf das n und das in der Leber vorkommende sacharificirende Ferment (v. WIT-geht mit der Galle bildenden nicht Hand in Hand, sodass es wahr-ich verschiedene Vorgänge sind, welche diese beiden Hauptprodukte der iefern. Bei niederen Thieren können es sogar verschiedene Organe sein, Zucker und Galle liefern (bei Limax flava, BERNARD). Die Gallenab-rung steigt, wie oben angegeben, vom Moment der Nahrungsaufnahme grösste Steigerung findet aber erst 5—7 Stunden später statt. Die genbildung steigert sich dagegen nach Aufnahme der Nahrung und ı der Zeit des Maximums der Gallenabsonderung (BERNARD).

h meinen directen Bestimmungen der täglichen Gallenausscheidung des ben wurden ausgeschieden von dem 47 Kilogramm schweren Gallenfistelmanne:

	flüssige Galle sp. G. 1025	feste Galle
Beobachtung I.	405cc = 415 Gramm	11,74 Gramm
- II.	645cc = 661 -	17,34 -
- III.	595cc = 610 -	20,17 -
- IV.	601cc = 616 -	16,74 -
- V.	922cc = 945 -	37,00 -
Im Mittel:	**633cc = 652 Gramm**	**20,60 Gramm.**

ıuantitative Zusammensetzung des Lebersekretes war in den 5 beobachteten Fällen massen, in 24 Stunden in Gramm:

	I. (Minimum)	II.	III.	IV.	V. (Maximum)	**Im Mittel:**
ren	6,32	6,88	14,48	9,39	17,54	**11,0**
Cholesterin	1,67	3,90	0,97	1,76	7,55	**3,2**
und Schleim	2,01	4,24	2,07	2,91	4,32	**3,2**
. . . .	1,72	2,32	2,65	2,68	6,59	**3,2**
. . . .	11,72	17,34	20,17	16,74	36,00	**20,6**

Auf hundert feste Galle berechnet ist die Zusammensetzung des Lebersekretes in meinen 5 Versuchen in folgender Tabelle zusammengestellt:

	I.	II.	III.	IV.	V.	Im Mittel:
	%	%	%	%	%	%
Gallensäuren	53,4	40,0	71,8	54,9	47,4	53,45
Fett Cholestrin }	14,2	22,5	4,8	10,5	20,4	14,48
Farbstoff Schleim }	17,8	24,1	10,3	19,8	14,4	17,29
Asche	14,6	13,4	13,1	14,8	17,8	14,79
Summa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00

Am auffallendsten sind unter diesen Ergebnissen die sehr bedeutenden Schwankungen im procentischen Fett- und Cholesteringehalt der verschiedenen Gallenportionen. Es läs[st] diese Beobachtung auf eine bedeutende Beeinflussung der Zusammensetzung der Galle je nach der Nahrung schliessen, eine Frage, die bisher noch nicht exakt in Angriff genommen worden ist, aber eine Erledigung verdient.

Die Leber des Gallenfistelhundes, an dem Bischoff mit Voit beobachtete, wog nach E. Bischoff 777 Gramm, sie producirte im Mittel nach der obigen Angabe 9 Gramm feste Galle im Tage.

Die Leber eines erwachsenen Menschen wiegt z. B. nach den Wägungen E. Bischoff's bei einem Hingerichteten 1600 Gramm. Da das Lebergewicht unseres Gallenfistelmannes nicht exakt zu bestimmen ist, können wir uns an diese Zahl halten. Es würden demnach im Mittel gleiche Sekretionsintensität für das gleiche Lebergewicht von Hund und Mensch vorausgesetzt, vom Menschen in 24 Stunden nach der Rechnung 20 Gramm fester Galle ausgeschieden werden. E. Bischoff berechnet die gleiche Grösse für die vom Menschen gelieferte Gallenmenge. Unsere oben mitgetheilte beobachtete Mittelzahl stellt sich, ganz dieser Berechnung entsprechend, auf **20,6** Gramm feste Galle.

Mitwirkung der Galle bei der Verdauung.

Die Einwirkung der Galle bezieht sich vorzüglich auf das Fett. Sie ist [redacted]

Schütteln von Oel mit Galle entstandenen Fetttröpfchen meist noch ziemlich viel grösser als die Zellen des Darmepithels.

Die wichtigste Eigenschaft der Galle für die Fettverdauung scheint darin zu bestehen, dass sie sich mit Fett sowohl als mit Wasser zu mischen vermag. Dadurch, dass sie in den Darm ergossen, in die Schleimhaut eingesaugt wird und die feinen, kapillaren Oeffnungen der Darmzotten erfüllt, bahnt sie den Weg für den Fetteintritt. So lange die Zellenmolekularöffnungen nur mit Wasser oder mit einer wässerigen Lösung durchtränkt werden, wie es ja sonst alle thierischen Gewebe sind, so lange kann Fett sich nicht in sie nach den für das lebende Protoplasma geltenden modificirten Gesetzen der Endosmose einsaugen, da sich das Fett nicht mit Wasser zu mischen vermag. Erfüllt aber an Stelle des Wassers eine Gallenlösung die genannten Molekularöffnungen, so kann das Fett, indem es sich mit Galle mischt, eindringen (Wistinghausen, H. C. Williams). Das Experiment ist an zwei Papierfiltern zu machen, von denen man das eine mit Wasser, dass andere mit Galle tränkt; das erstere ist für Oel ganz undurchgängig, während das zweite dem Oele den Durchtritt gestattet. Es ist sonach die Wirkung der Galle auf das Fett eine vorwiegend mechanische. Williams fand, dass ausser Galle auch alkalische Reaction den Durchgang von Fett durch capillare Poren befördert, während saure Reaction störend wirkt.

Auch für die Eiweissverdauung hat die Galle einen indirecten Nutzen. Die Galle hat die Eigenschaft, Lösungen von Eiweissstoffen in sehr verdünnter Salzsäure: Syntonin oder Parapepton so wie die eigentlichen Peptone und das Pepsin zu fällen (Bernard) (cf. oben S. 297). Es schlägt die Eiweissstoffe an die Darmwand nieder, die hier angeklebt den verdauenden Einwirkungen der anderen Darmsekrete: Bauchspeichel und Darmschleim, für längere Zeit ausgesetzt bleiben, so dass sie besser verdaut, ausgenützt werden können. In schwachen Alkalien löst sich der Niederschlag durch die Galle wieder auf. Die fällende Wirkung kann die Galle also nur im Magen und oberen Theil des Darms, wo, wie oben angegeben, noch saure Reaktion des Inhaltes herrscht, haben. Da das Pepsin durch eine Spur Galle schon niedergeschlagen wird, so wird durch Eintritt von Galle in den Magen die normale Verdauung gestört (S. 297).

Es wurde von Nasse für die Schweinegalle nachgewiesen, dass sie aus Stärke Zucker bilden könne. J. Jacobson, v. Wittich, Kühne haben diese sacharificirende Wirkung der Galle, beruhend auf einem Gehalt an dem Ptyalin analogem diastatischem Ferment, bei verschiedenen Repräsentanten der Wirbelthierklassen (namentlich für Rindergalle) festgestellt, v. Wittich auch für frische, aus einer Gallenblasenfistel gewonnene Menschengalle. (Trypsin und Pepsin fehlen der Galle, Kühne.)

Es wird nur ein kleiner Theil der Galle mit dem Koth ausgeschieden, während eine so bedeutende Menge in den Darm gelangt, die Galle wird also im Darm zum grössten Theil wieder resorbirt, oder umgewandelt und zerstört.

Die Galle verhindert nach mehrfachen älteren Experimentalangaben (unten) im Kothe die faulige Zersetzung, was neuerdings bezweifelt werden will.

In das Blut aufgenommen (bei Icterus), stört sie namentlich in den Ner-ven und Muskeln die normalen Stoffwechselvorgänge, auf denen die mechani-schen Leistungen der Organe beruhen. Die Bewegungen des Herzens sind es zuerst, die unter dieser Gallenwirkung leiden, sie werden verlangsamt (Röhrig). Das frische Lebersekret zeigt aber im Blute keine solche Einwirkung (J. Ranke). Schiff behauptet, dass die Galle die Contraction der Darmzotte anrege (cf. unten).

Historische Bemerkungen. — Die Leberzellen entdeckten Dutrochet, Purkinje u. Henle (1838). Bis in die neueste Zeit wird die Diskussion über den Bau der Leber fortgefü die, wie es scheint, durch die oben citirten Untersuchungen von Hering entschieden wur Der Harnstoff in der Leber wurde zunächst von Heynsius, der Zuckergehalt von Cl. Bern 1853 nachgewiesen. Heynsius (1856), Lehmann, v. Becker haben in Deutschland Bern Angaben bestätigt und erweitert. Auch in England und Frankreich rief die Bernard'sche En deckung eine reiche Literatur hervor. Eug. Pélouze gab die Elementaranalyse des Glygoge das zuerst Bernard 1857 aus der Lebersubstanz darstellte, dessen Existenz er schon frü behauptet hatte. Die erste sehr genaue Beschreibung der kleinsten Blutgefässe in der Le lieferte 1834 der Engländer Kiernan, später Theile, Gerlach, Kölliker u. v. A. Die Mus latur der Lebervenen fand 1855 Bernard, Remak bestätigte die Beobachtung noch in de selben Jahre. Beale hat zuerst die Lymphgefässe der Leber direct injicirt.

Die Untersuchung der Leberthätigkeit und der Galle trat durch die Anlegung von Gall fisteln in ein neues Stadium, da bis dahin nur Blasengalle zur Untersuchung zu Gebot sta Schwann beschreibt 1844 die erste von ihm beim Hund angelegte Gallenfistel. 1846 bestim Blondlot auch an einer Gallenfistel des Hundes die Menge der im Tage secernirten Galle berechnete daraus für den Menschen 200 Gramm im Tage. Zu höhern Ziffern kamen Bi und Schmidt mit ihren Schülern (Stackmann und Schellbach) 1849 und 1850. Weiter sind zu nennen die Untersuchungen von Lehmann, Nasse, Kölliker und H. Müller, Bischoff, u. A. Durch die permanenten Gallenfisteln wurden auch sichere Gesichtspunkte über Wirkung der Galle gewonnen. Blondlot und Schwann gelang es zuerst, Hunde mit Gallenfi längere Zeit am Leben zu erhalten; Nasse bemerkte, dass der von ihm operirte Hund sehr frässig wurde. Die Gallenfistelhunde waren stets sehr abgemagert, so dass man im Zusamm halt der Abmagerung mit der gesteigerten Fressbegierde eine unvollkommene Absorp eines oder mehrerer wichtiger Nahrungsstoffe im Darm vermuthen musste. Analog waren Verhältnisse bei meinem Gallenfistelmann. Schon früher war auf den Nutzen der G für die Fettverdauung hingewiesen worden (Haller), man hatte beobachtet (Tiedemann u. Gmelin), das dem Chylus die weisse Farbe fehlt, die von dem Fettgehalt desselben herrü wenn die Galle nicht in den Darm treten kann, ein Resultat, welches sich übrigens a auf den gleichzeitigen Ausfall der Pankreassekretion mit beziehen mag. Schellbach u. Lenz gelang es, gestützt auf die vorhergehenden Versuche von Boussingault und Nasse üb das Maximum der Fettverdauung bei gesunden Thieren, nachzuweisen, nicht nur dass ei grössere Nahrungsmenge erforderlich ist für die Erhaltung der Gallenfistelhunde, sond dass auch das Maximum der aufnehmbaren Fettmenge bei denselben sehr bedeutend her sinkt. Lenz (1851) arbeitete wie Schellbach (cf. oben) unter Leitung von Bidder und Schm Die gesteigerte Gefrässigkeit der Hunde mit Gallenfisteln, die nach dem Gesagten nur ei geringe Quantität Fett aufnehmen können, sich sonach von Fleisch und Kohlehydraten erhalt müssen, ergibt sich mit Nothwendigkeit aus den Ernährungsgesetzen. Lenz wies nach, da Fettsäuren durch Galle gelöst werden, was bei der Fähigkeit des Pankreassaftes zur Fettz legung wichtig wird. Von Bidder und Schmidt mit v. Wistinghausen wurden die oben an gebenen Einflüsse der Galle auf die Fettresorption entdeckt. Den fauligen Geruch des Darm saftes der Gallenfistelhunde bei Fleischgenuss, die stark saure Reaktion bei vegetabilisch Nahrung bemerkte Valentin. Die Aufsaugung der gallensauren Alkalien im Darm hat Lie

:he der Faeces erschlossen. FRERICHS und neuerdings KÜHNE nahmen dagegen nur ndlung der Galle in mehr unlösliche Produkte an, wogegen SCHELLBACH, LEHMANN, ' auf der LIEBIG'schen Lehre beharren.

: Untersuchungen von STRECKER im LIEBIG'schen Laboratorium in Giessen basiren schauungen über die qualitative Zusammensetzung der Galle. Die iemiker hatten je nach den verwendeten Methoden verschiedene Resultate erhalten. 1807) nannte den Hauptbestandtheil der organischen Stoffe der Galle: »Gallenstoff«. 806) zerfällte diesen nach einer anderen Methode in »Gallenharz« und Picramel. fand GMELIN in der Galle noch: Cholesterin, Oelsäure, Salzsäure, Cholsäure, BERZELIUS machte darauf aufmerksam, dass die Bestandtheile der Galle sich unter ss verschiedener Reagentien in verschiedener Weise zersetzen. DEMARCAY behaupdass die Hauptmasse der Galle eine seifenartige Verbindung sei einer eigenthüme, »Gallensäure« (acide cholique), mit Natron. Noch 1840 schliesst sich BERZELIUS he den Ergebnissen der GMELIN'schen Untersuchungen an, wenn auch die Bezeich- gefundenen Stoffe verschiedene sind, z. B. Bilin für Picramel etc. Dagegen geht !) von der Untersuchung DEMARCAY's aus. Er hält wie dieser die Galle der Hauptfür eine seifenartige Verbindung der »Gallensäure« (um nicht durch Nomenklatur n, nennen wir den deutschen Namen) mit Natron, deren Zerlegbarkeit in moniak und eine neue Säure er fand. Die Unterscheidung der beiden Gallensäuren gehört zu STRECKER's Verdiensten. Die Gallenfarbstoffe wurden schon gut von eschrieben.

MÜLLER berichtet, hat WERNER zuerst beobachtet, dass Galle zu Blut gesetzt eine les Blutroths im Serum bedingen soll. HÜNEFELD machte die Beobachtung, dass ilin, gallensaure Alkalien zum Theil) die Blutkörperchen löse, was in der it vielfach bestätigt wurde. KÜHNE denkt daraus u dürfen, dass in der Leber Blutkörperchen zerstört ren Farbstoff den Gallenfarbstoff erzeugen könnte. llenfisteln bei dem Menschen wurde vor mir chtung über die secernirten Gallenmengen veröffent-

Fig. 74.



Darm eines Hundeembryo von unten vergr. dargestellt. Nach BISCHOFF. a Kiemen- oder Visceralbogen, b Schlund u. Kehlkopfanlage, c Lungen, d Magen, f Leber, g Wände des Dottersackes, in den der mittlere Theil des Darmes noch weit übergeht, h Enddarm.

ntwickelungsgeschichte. — Die Leber (KÖLLIKER) ı Säugethieren (und Menschen) in der dritten Emhe auf, zunächst nach der Anlage des WOLFF'schen Niere). Bei dem Hühnchen zeigt sich die Leber ersten Hälfte des dritten Brüttags angelegt. Nach ellt die erste von ihm zweimal beobachtete Anlage ei Säugethieren (Hunden) eine kleine doppelte Ausr beiden Wandungen des Duodenums dar (Fig. 74). en bemerkte KÖLLIKER, dass beide Leberanlagen sich zeitig bilden. REMAK beobachtete, wie vor ihm J. MÜLLER, dass sich wie beim Hund die erste auch beim Hühnchen bildet, als zwei Blindvelche unmittelbar hinter der Anlage des Magens deren Wand des Duodenums herabsprossen, zuzt aus der Darmfaserplatte und dem Darmdrüithelcylinder). Nach J. MÜLLER verdickt sich rasch der Leberanlage sehr bedeutend, sie wächst überergisch, umfasst mit ihren beiden Lappen die Vena enterica, welche vom Dottersack zum Herzen geht. Vene entwickeln sich reiche Blutgefässe in die Leber hinein. Schon in der ıe ist die Leber des Menschen ein grosses, blutreiches Organ, das mit zwei eich grossen Lappen die ganze Breite der Bauchhöhle hinter und vor dem Herzen

und vor dem Magen und den Wolff'schen Körpern einnimmt. Am Ende des dritten Mo nimmt die zu einem kolossalen Organe herangewachsene Leber fast die ganze Unterleibsh ein. Erst in der zweiten Schwangerschaftshälfte beginnt ein geringes Zurückbleiben der Le im Wachsthum, welches den linken Lappen mehr trifft als den rechten; ersterer ersch nun etwas kleiner. Nach der Geburt, mit Wegfall der Blutzufuhr von Seite der Umbili vene, tritt primär eine rasche Verkleinerung der Leber ein (cf. unten: Leberprobe), welche aber bald wieder eine Volumzunahme folgt. Durch Wachsthum der aus der Da faserschicht abstammenden Faserschicht der Leberanlage, zu welcher die aus der Vena phalo-mesenterica wuchernden Gefässe kommen, bildet sich die äussere Form der Le ihre Massenanlage beim Hühnchen aus (Remak). Dagegen entwickeln sich von dem Epit der primitiven Lebergänge (dem Darmdrüsenblatt) aus solide Sprossen in die Fasersch hinein, Remak's Lebercylinder. Die Bildung der Drüsenparenchyms der Leber (Le zellen etc.) schreitet dann zunächst nach dem Schema der Bildung der traubenförmigen tubulösen Drüsen fort, an welche sich die Leber ja auch im erwachsenen Zustand anschli wie uns die neuesten Erforschungen (Hering) gelehrt haben. Die soliden Lebercylinder chern weiter, verästeln und verbinden sich (es ist das der Leber eigenthümlich) durch stomosen. So entsteht zwischen den Blutgefässen eine Netzbildung der Lebercylinder; am fünften oder sechsten Tag sind bei dem Hühnchen alle freien Enden der Lebercyl verschwunden und diese in der Netzbildung aufgegangen. Ein analoges Bild fand Kö bei einem menschlichen Embryo von 7 Wochen. Die anastomosirenden Lebercylinder sprechen sonach den feinsten Drüsencanälen anderer Drüsen; durch die Beobachtungen He wissen wir nun auch, dass sie in der Folge im Innern, wenn auch sehr zarte, Höhlungen lenkapillaren) erhalten, wie jene. Auch die Gallengänge entwickeln sich nach dem Ty Ausführungsgänge der traubenförmigen Drüsen durch primär solide, später sich aush astförmige Sprossung. Die primitiven Gallengänge sind die Ductus hepatici. Der Duct ledochus entwickelt sich vielleicht (Kölliker) durch ein secundäres Hervorwuchern de mündungsstelle der beiden primitiven Gänge. Die Gallenblase entsteht (beim Hühnch eine hohle Aussackung des rechten primitiven Leberganges. Bei Säugern ist sie schon i ten Monat vorhanden.

Sicher ist die Leber schon für das Embryonalleben von grösster W tigkeit, wie vor Allem die grosse Menge Blut beweist, welche dieselbe durchströmt Gallensekretion kann ihr diese Bedeutung gewiss nicht geben; wir werden wichtige Um lungen des Blutes (cf. Blutbildung) in ihr vermuthen müssen. Die Gallensekretio schon während des dritten Fötalmonats bei dem Menschen auf, erreicht aber vielleicht hohe Entwickelung. Gegen die Meinung, dass die Hauptmasse im Darm der zur Resorption bestimmt ist, scheint zu sprechen, dass bei dem F die Galle im Darm sich anhäuft. Im dritten bis fünften Monat findet sich eine ähnliche Materie im Dünndarm, die vor der Geburt bis zum Mastdarm die Därme Meconium, Kindspech S. 332. Die Gallenblase füllt sich vom sechsten Monat an mit

Zur vergleichenden Anatomie und Physiologie. — Die Formen der L bieten bei Wirbelthieren und Wirbellosen eine grosse Reihe von Verschiedenheiten dar sich jedoch, wie es scheint, alle aus den im Vorstehenden geschilderten Stadien der wickelungsgeschichte beleuchten lassen. Im Allgemeinen sehen wir primär die Aussackun Darmrohrs, aus der sich dann Schläuche bilden, die dann mit einander in Communi treten und dadurch ein Gewebe herstellen, das mehr oder weniger dem der entwic Menschenleber entspricht. Im Allgemeinen ist vorauszuschicken, dass Hoppe-Seyler d hinweist, es seien bis jetzt in den »Lebern« der Wirbellosen Gallefarbstoff und Gallens noch nicht aufgefunden. Er bezweifelt daher, ob man die betreffenden Organe mit Rech Lebern bezeichne. Auch der Amphioxus lanc. habe keine Galle. Anders ist es mit Glyc

Zuerst sind zu nennen eine Anzahl von Thieren, bei denen die »Leberzellen« sich un telbar in der Magen- und Darmwand finden. Dieses Verhalten zeigt sich bei dem nieds Wirbelthiere (Branchiostoma lubricum = Amphioxus lanceolatus (J. Müller). Hier führ

e in einen weiteren Theil des Darms, der in seiner inneren Wand die mit braun-
sse (Galle?) gefüllten Zellen trägt, die mit einer scharfen Grenze gegen die übrige
ıt sich absetzen. Analog bei mehreren Arthropoden (z. B. Larven von Myrmecoleon
s), Rotatorien, Ringelwürmern (Nais, Lumbricus) (Leydig). Nach der Beschreibung
ınelt die Anlage des Darmepithels und der Leberzellen bei den Lumbricinen der
ng, die Rollett und Heidenhain neuerdings von den Labdrüsen gegeben haben.
des Darmrohrs wird von einer farblosen Zellenschicht ausgekleidet. Hinter diesen,
om Lumen des Darms getrennt, liegt die Schicht der »Leberzellen«.
en wirbellosen Thieren besitzen Krebse, Arachniden und Mollusken eine
vom Darm getrennte Leber, immer besteht sie aus der bindegewebigen Grund-
kretionszellen, der embryonalen Anlage bei dem Menschen entsprechend. Einer-
e Leber aus wenigen kürzeren, unverzweigten Blindsäcken zusammengesetzt (En-
, Phyllopoden). Ihre spärlichen Blindsäcke verlängern sich entweder zu langen
ı (Isopoden, Amphipoden, unter den Mollusken bei Cressis) oder sie verästeln sich,
nastomosiren, und werden sehr zahlreich wie bei den Cyrripedien und höheren
lierher gehören die Lebern der Bivalven, mancher Gasteropoden und Heteropoden.
dass die verästelten Leberfollikel anastomosiren, entstehen andererseits Leberbil-
e an die Leber der (höheren) Wirbelthiere erinnern (Limax, Paludina vivipara und
teropoden, noch mehr bei Thetys, Doris etc.) (Leydig). Von allgemeinem Interesse
die Muskellagen, welche Leydig sowohl im Bauchfellüberzug der Leber als
en Leberfollikeln bei Paludina aufgefunden hat. Um die Leberschläuche mancher
iscus, Gammarus etc.) verlaufen sie zumeist in regelmässigen Circulärlagen. In
von kleineren Crustaceen, Mollusken, konnte P. Picard kein Glycogen resp. Zucker
ı. Dagegen fand er in der Leber des Hummer 0,4—0,5, in der von Krabben 0,3,
ıfisch 0,2 % Glycogen. Auch bei anderen wirbellosen Thieren: Echinodermen,
en, Polypen war Glycogen nachweisbar.
den Wirbelthieren ist bei dem schon oben erwähnten Amphioxus neben dem
en« tragenden Theile der Darmschleimhaut noch ein auch als Leber zu deutender
uch des Darmrohrs vorhanden (J. Müller), der mit denselben Zellen ausgekleidet
rechend der doppelten Anlage der Leber (cf. Abbildung) bei dem Embryo erhalten
en Myxinen beide Hälften von einander getrennt. Bei manchen Fischen und den
zeigt sich dagegen gar keine Lappenbildung. Entsprechend der embryonalen Du-
r Gallengänge sehen wir bald diesen Zustand fortbestehen, oder es bildet sich wie
enschen und einzelnen Säugern ein einfacher Gang zum Darmrohr, oder es treten
ngen der primären Ausführungsgänge ein, wodurch Canäle zweiter Ordnung zu
gsgängen werden, die dann in grosser Zahl auftreten (Gegenbaur). Zwei Ductus
erici finden sich in der Regel bei den Vögeln, wovon dann einem die Gallenblase
t. Wo mehrfache Ductus hepato-enterici vorhanden sind, da bilden diese oft Ma-
unter einander (Schlangen, Eidechsen). Die Gallenblase tritt als einseitige
g irgend eines der Gallengänge auf und nicht als konstantes Gebilde. Sie fehlt
hl von Thieren; unter den Säugethieren gehören hierher die Einhufer, ferner die
Kameele, Elephanten, Nashorn, Hamster, viele Mäusearten, Castor, Tardigraden,
Das Fehlen zeigt sonach keine Gesetzmässigkeit. Beim Pferd und Elephant sind
rungsgänge der Leber sehr erweitert. Unter den Vögeln fehlt die Gallenblase
ey, Kukuk, Strauss, Taube, Haselhuhn. Unter den Fischen fehlt sie der Lamprete
. Bei den Teleostiern stellt sie einen langen Blindcanal dar. Sie kann auch in
ubstanz verborgen sein (Gegenbaur).
lachiern und anderen Fischen ist die Leber ganz ungemein fettreich, so dass bei
eren die Fettbildung die Hauptfunction der Leber scheint. Wenn man in die
er der Chimaera monstrosa Einschnitte macht, so sammelt sich in ihnen sogleich
. Bei dem Stör wechselt reichliche Fettfüllung der Zellen mit Fettarmuth, wobei
ellen nur feine Punktmassen enthalten. Nach Leydig's merkwürdiger Beobachtung

scheint die dann sehr fettreiche »Leber« von Paludina vivipara, wenn sie sich im Monat N vember zum Winterschlaf vorbereitet, Fett in den Magen abzusondern, so dass e gewisse Analogie der Leberabsonderung dieser Schnecke mit der Absonderung der Talgdrü zu Tage tritt. Es ist bekannt, dass durch reichliche Nahrungszufuhr und mangelnde Mu bewegung im Allgemeinen Fettreichthum der Leber eintritt (bei Gänsen etc.). P. P konnte sowohl bei Knochen- als Knorpelfischen Glycogen resp. Zucker in der Leber n weisen, bei ersteren 1,1—6,4 %, bei letzteren 0,3—1,6 % des Lebergewichts.

In der Menschengal e wechselt das Verhältniss der Menge der beiden Gallensäure einander offenbar in weiten Grenzen. v. Gorup-Besanez fand in ihr reichlich taurochols Natron, dagegen E. Bischoff, Lossen und ich vorwiegend glycocholsaures Natron und dem sprechend einen geringen Schwefelgehalt der Menschengalle. Die Hundegalle soll nur t cholsaures Natron enthalten (Hoppe-Seyler), die Känguruh-Galle fast nur glycochol Natron (Schlossberger), wenn hier die Gallensäure nicht, wie oben vom Schwein (und der G angegeben, eine eigene Modifikation zeigt. Die übrigen untersuchten Gallen von Säugeth zeigen sich, wie es scheint, aus beiden Gallensäuren gemischt. Dagegen scheint die Schl gengalle nur aus taurocholsaurem Natron zu bestehen (Schlossberger). Die Galle Fische enthält auch vorwiegend Taurocholsäure, diese ist bei den Seefischen nic Natron, sondern mit Kali verbunden. Während bei den Säugethieren das Kali in der G asche sehr zurücktritt, findet sich auch bei den Süsswasserfischen und Schildkröten N neben mehr Kali. Diese wechselnde Vertheilung ist sehr merkwürdig, da sie den Ernähr bedingungen entgegengesetzt ist, welche gerade den Seefischen so reichlich Natron zuf Ueber die in 24 Stunden von 1 Kilogramm Thier abgesonderten Gallenmengen gi gende kleine Tabelle Aufschluss:

1 Kilogramm: secernirt in 24 Stunden Galle:

	feucht	trocken		
Mensch (direct bestimmt)	14,0	0,44	Gramm	(J. Ranke)
Kaninchen (berechnet)	136,8	2,47	-	-
Meerschweinchen -	164,0	3,28	-	-
Hund (berechnet) . . .	20,0	0,98	-	(Bidder und Schmidt)
Katze - . . .	14,5	0,82	-	- -
Schaf - . . .	35,4	1,34	-	- -
Gans - . . .	11,8	0,82	-	- -
Krähe - . . .	72,1	5,26	-	- -

Zur ärztlichen Untersuchung. — Die Veränderung des Lebergewichts nach de burt (S. 330) hat zur Aufstellung der sogenannten »Leberprobe« der gerichtlichen M geführt, die aber bei den stattfindenden grossen Schwankungen im Lebergewichte und i Verhältniss zum Körpergewichte sehr wenig entscheidende Aufschlüsse geben kann. Das hältniss des Lebergewichts zum Körpergewichte ist am Ende der Schwangerschaft 1 : 1 Erwachsenen 1 : 36, beim Neugeborenen 1 : 20. — Das oben erwähnte Kindspech, conium, ist ein Gemisch verschiedener Sekrete, und zwar der Leber, der Bauchspei drüse, der Darmschleimhaut, gemischt mit Vernix caseosa von der Embryohaut, welch Embryo mit dem Fruchtwasser eingeschluckt wird. Daher stammen auch die von F nachgewiesenen Epidermisplättchen, Härchen und Fettkügelchen. Zweifel fand den W gehalt des frischen Meconiums zu 80 %, Asche 1 %, Fett 0,8%, ebensoviel Cholesterin. Gallenbestandtheilen lassen sich Gallensäuren, Farbstoff (Biliverdin und Bilirubin) und C sterin nachweisen; ausserdem Mucin, Spuren von Ameisensäure und höheren flüc fetten Säuren, sowie nichtflüchtige fette Säuren. Das Meconium reagirt schwach sauer. Asche des Meconiums fand Zweifel in einem Falle in Procenten zusammengesetzt aus: u licher Substanz 2,1, phosphorsaures Eisenoxyd 3,41, Schwefelsäure 23,0, Chlor 2,33, P phorsäure 5,44, Kalk 5,7, Magnesia 4,0, Kali 8,6, Natron 41,0. Gase soll der Embry darm nicht enthalten.

ffe finden sich dann auch im Lebergewebe selbst. Durch Einspritzungen von Indig-säure in die Venen geht dieser Stoff in Galle und Harn über, in die Galle unter den Bedingungen auch Traubenzucker. Wird sehr viel Wasser in die Venen injicirt, so e und Harn eiweisshaltig. Besonders häufig findet man in der Leber Leucin und Tyro-an früher für charakteristisch bei akuter Lebererweichung angesehen hatte. Während ehalt der Leber normal etwa zwischen 2—3—5 % schwankt, steigt er bei Fettleber d (FRERICHS, BIBRA). Bei Diabetes mellitus ist der Zuckergehalt der Leber vermehrt. ibte früher, dass sich die oben genannten schweren Metalle und namentlich auch das ber in der Leber im Körper fixirten. Nach Sublimatschmierkuren habe ich chen und Monate nach der Einreibung nicht nur in der Leber, sondern vor Allem ymphdrüsen des Darms, in den Nieren, Gehirn, Rückenmark und peripherischen (Brachialis), Milz am wenigsten, aber doch sicher vorhanden, in den Stammmuskeln Herzen Quecksilber nachweisen können (Knochen, Knochenmark und Haut wurden cht untersucht), so dass der ganze Körper, vor Allem Nervensubstanz und Drüsen, er der Quecksilberwirkung gestanden hatten.

ührung von Abführmitteln in den Darm sowohl als in die Venen (A. RÖHRIG) ei Kaninchen die Gallenabsonderung. Ebenso Wasserinjectionen in den Darmcanal e Venen S. 324. Nach Einnahme von Calomel und Quecksilberchlorid zeigt sich nur erabgabe in der Galle gesteigert (SCOTT, BENNETT u. A). Steigernd wirken auf die retion Resina podophylli, Aloe, Rhabarber, Colchicum, weniger Senna, noch we-amonium, Taraxacum, Gummigutt (RUTHERFORD und VIGNAL).

Galle nachzuweisen, bestimmt man meist nur den Gallenfarbstoff (Bili-ualitativ, z. B. im Harn bei Icterus (cf. Harnfarbe). Mit rauchender Salpetersäure geht durch Oxydation der Farbstoff zuerst in eine grüne (Biliverdin), dann blaue, rubinrothe und endlich schmutzig-gelbe Modification über. Um eine Flüssigkeit auf bstoff zu prüfen, bringt man davon etwa einen Zoll hoch in ein Probirröhrchen; wäh-dieses nun stark neigt, giesst man vorsichtig, damit sich die beiden specifisch ver-schweren Flüssigkeiten möglichst wenig mischen, etwas concentrirte Salpetersäure f den Boden des Gläschens sinkt. An der Grenze der beiden Flüssigkeiten treten dann, llenfarbstoff vorhanden ist, die genannten Regenbogenfarben auf: GMELIN'sche Sehr häufig bildet sich auch bei nicht gallenhaltigen Harnen ein rother Ring an der

Salze und zuletzt etwas (wenig) Zuckerlösung. Nun schüttelt man, und die rothe Fär tritt auf das Schönste auf auch bei geringem Gehalt an Gallensäuren. SCHENK fand, da rothe Lösung der Gallensäuren im Spectroskop (in alkoholischer Lösung) constant Streifen bei *F* und einen anderen bei *E* zeigt, frische Galle zeigt auch einen Absorp streifen zwischen *C* und *D*, welcher verschwindet, wenn man die Galle durch Thierkohle Farbstoff befreit hatte. Die beiden genannten Absorptionsstreifen unterscheiden die PET KOFER'sche Reaktion von ähnlicher Reaktion (mit Albuminaten, Oelsäure, Amylalkohol

Nach NEUKOMM bringt man die verdünnten Flüssigkeiten: je ein Tropfen Gallenlös verdünnte Schwefelsäure und Zuckerlösung auf einen Porzellanscherben, rührt sie zusam mit einem Glasstab und verdunstet nun bei gelindester Wärme (auf kleinster Flamme, häufigem Wegziehen, sowie die Hitze sich steigert, und Blasen auf die verdunstende Flü keit) zur Trockne; es tritt dann eine Rothfärbung des Rückstandes ein, wenn Spuren Gallensäuren vorhanden waren. Hat man nur geringe Mengen zur Verfügung, so ist Methode der PETTENKOFER'schen vorzuziehen. Eiweiss färbt sich unter denselbe dingungen roth. Geringe Mengen von Gallensäuren hat man meist im Alkoholauszug der F sigkeiten, nachdem man diesen noch durch Aether entfettet, aufzusuchen.

Der Nachweis des Cholesterins geschieht mittelst des Mikroskops, das die cha teristischen Cholesterintafeln zeigt (cf. Abbildung S. 319). Makro- und mikrochemisch man es nachweisen nach der Methode von J. MOLESCHOTT. In einem Gemisch von 5 theilen concentrirter Schwefelsäure und destillirten Wassers (man setzt die Schwefel tropfenweise zum Wasser!) färben sich die Ränder der Cholesterintafeln carminroth Krystalle werden mehr oder weniger zerstört; an der Luft geht die Farbe in 2 Stund Violett über, nach 6 Stunden ist sie verschwunden.

Für die ärztliche Untersuchung sind die **Gallensteine** von besonderer Wichtigke nach Gallensteinkoliken im Kothe gefunden werden und allein die Diagnose feststellen. Sie haben dann dem Durchmesser der Gallengänge entsprechende Dimen In der Gallenblase kommen oft sehr grosse einzelne Steine vor oder sehr viele kleine sich durch gegenseitiges Abreiben polyedrisch facettiren. Sie zeigen sich krystalli oder schalig angeordnet oder nicht krystallinisch, beidemale verhältnissmässig gefärbt (der Hauptmasse nach Cholesterin). Manche sind dagegen sehr dunkel schwarz, dunkelgrün, dunkelrothbraun (Bilirubinkalk). Selten bestehen Gallenkonkre vorzugsweise aus anorganischen Salzen: phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk. G säuren können ziemlich regelmässig in ihnen nachgewiesen werden. Nach v. GORUP-B verfährt man zur chemischen Analyse der Gallensteine nach folgendem Sch

1. Die Probe, die man sich durch Abschaben einer geringen Menge des Steines ver hat, verbrennt auf dem Platinblech, über der Gas- oder Weingeistflamme erhitzt, mit leuchtender Flamme. Sie ist wenig gefärbt und besitzt deutlich krystallinisches Gefüge ist schalig und nicht krystallisirt, ist in heissem Alkohol löslich, krystallisirt daraus bei kalten in perlmutterglänzenden Blättchen, die unter dem Mikroskop (man überlässt dazu Tropfen der alkoholischen Lösung auf dem Objectglas der freiwilligen Verdunstung) d kannte Gestalt der Cholesterinkrystalle zeigen, Cholesterin. Man konstatirt es m MOLESCHOTT'schen Cholesterinprobe cf. oben.

2. Die Probe besitzt eine dunkle Farbe, ist bröckelig, ockerartig und verbrennt mit rischem Geruch:

a) in Alkohol und Wasser wenig löslich, löslich in Kali mit dunkelbrauner Farbe. GMELIN'sche Probe (cf. oben) weist Gallenfarbstoff nach.

b) in warmem Alkohol löslich. Man verdunstet die alkoholische Lösung und beh den Rückstand mit Wasser. Die so entstandene wässerige Lösung gibt die PETTENKOFER und NEUKOMM'sche Probe (cf. oben).

Auf einen Gehalt an Gallensäuren prüft man stets auf diese Weise auch die and Steine, indem man den Rückstand des Alkoholauszugs mit Wasser behandelt, die entstand

g durch ein kleinstes Filter abgiesst und nun prüft. So konnte ich in allen Gallen-
ı, die ich untersuchte, Gallensäuren in grösserer und geringerer Menge nachweisen.
ler Nachweis der Gallenfarbstoffe versagte nach Methode a) auch bei wenig gefärbten
ı wohl niemals.

ine von vorwiegend erdigem Gehalt lassen bei dem Verbrennen auf dem Platinblech
edeutenderen Rückstand, der nach den für die Harnsteine unten angegebenen Me-
näher zu prüfen ist.

: Gallensteine vom Rind bestehen meist vorwiegend aus Bilirubinkalk.

Verdauung im Dickdarm.

nter der Einwirkung der verschiedenen beschriebenen Sekrete legt der ımer mehr verändernde Speisebrei seinen Weg durch den Dünndarm zu- nd gelangt in den Dickdarm (S. 302).

an hat in älterer Zeit das Coecum seiner Gestalt nach als einen zweiten und so wie jenen als ein Centralorgan der Verdauung betrachtet. Da len Inhalt des Coecums häufig sauer reagirend findet, so schien auch aure Absonderungsflüssigkeit der Coecumschleimhaut die Analogie noch :erstützen. Es ist jetzt mit aller Sicherheit erwiesen, dass das Sekret der mschleimhaut alkalisch reagirt und sich von dem Sekrete der sonstigen chleimhaut nicht wesentlich unterscheidet. Die saure Reaktion im minhalte hat ihre Ursache in einer sauren Gährung: Milchsäure- ung (S. 270), welcher vegetabilische Stoffe an dieser Stelle wie wahr- lich im ganzen Darme (Brücke) unterliegen. Die Säure tritt demnach ecum auch am stärksten bei rein vegetabilischer Nahrung hervor.

leim Menschen gelangen in den Dickdarm noch unverdaute Reste aller ommenen Nahrungsstoffe, man findet in seinem Inhalt noch unveränderte sstoffe, Fette, Stärkemehl etc. Der abgesonderte Darmsaft, verbunden r Milchsäuregährung, wird auch hier noch fort und fort auflösend wirken. finden sich hier Buttersäure und Milchsäure als Zersetzungsprodukte des rs. Seine Schleimhaut enthält diastatisches Ferment (Ptyalin), Spuren rypsin und Pepsin (Kühne u. A.) cf. oben S. 302.

le Aufsaugung im Dickdarm ist eine noch sehr lebhafte, wofür auch ichthum an geschlossenen Follikeln besonders im Wurmfortsatze des Coe- spricht; der Wasserverlust des Speisebreies, der ihn zum Koth umwan- ;eht hier z. Th. vor sich. Der Versuch, bei sonst behinderter Nahrungs- me eine Ernährung durch Klystiere zu ermöglichen, ist vollkommen ge- rtigt. Voit fand mit Bauer, dass Hühnereiweiss, mit Kochsalz gemischt in kdarm eingespritzt, hier aufgenommen und für die Ernährung verwendet Dasselbe fand Eichhorst für Milch und ihre Eiweissstoffe. Peptone, saft, Leimlösung, Fleischextract, Myosin und Kochsalz gemischt verhalten alog. Negative Resultate ergaben bis jetzt Versuche mit Blutfibrin, Ei- offen des Blutserums, künstliches Acidalbumin und Syntonin. Zur rung durch den Dickdarm würden sich also vorzüglich Milchin- n eignen, vielleicht am besten von condensirter Milch, um nicht zu sser mit einzuführen. Leube setzte dem gehackten Fleisch zerhacktes s zur Ernährung durch den Mastdarm zu, oder Glycerinauszug des ıs. Die Quantität von Darmsaft, die im Dickdarm abgesondert

wird, ist normal nur sehr gering. Er stammt aus denselben Drüsen, die auch im Dünndarm den Saft liefern sahen: aus LIEBERKÜHN'chen Drüsen. Dickdarmfisteln fliesst kein Saft aus; in abgebundenen Dickdarmschli sammelt sich eine schleimige Masse an. Zu den Abbindungsversuchen ei sich der wurmförmige Anhang des Blinddarms bei Kaninchen, da bei i dieses Organ eine bedeutende Länge erreicht. FUNKE gewann 2—4 Stu nach der Abbindung einen Saft, der den wurmförmigen Anhang strotzend fü von trüber Beschaffenheit und alkalischer Reaktion. Die Zusammensetzung filtrirten Saftes war: Wasser 98,59 %, feste Stoffe 1,41 %, davon Asche 0,47 Der Saft veränderte geronnenes Eiweiss weder innerhalb noch ausserhalb Körpers. Der filtrirte Saft verwandelte Stärke in Zucker. Der unfiltrirte S welcher noch abgestossene Cylinderzellen und Pflanzenreste aus der Nahr enthielt, setzte den entstandenen Zucker noch weiter in Milchsäure und I tersäure um, durch Gährung, wie sie auch im lebenden Wurmfortsatze erfol wenn er mit Stärke gefüllt wurde.

Der Koth.

Von seinem Eintritt in das Coecum an verwandelt sich der Darminhalt und nach in Koth, den wir im Rectum fertig gebildet finden. Der des Speisebreies verliert an Wasser, die Farbe — von den veränderten Ga farbstoffen herrührend, die hier die Salpetersäurereaktion nicht mehr geb wird bräunlich, immer dunkler, der eigenthümliche, widerliche Kothg je nach der Nahrungsweise verschieden, tritt hervor. Die Reaktion wird die, wie oben erwähnt, durch Gährung gebildeten Säuren: Buttersäu Essigsäure, fast immer wieder sauer, nachdem sie im Inhalte des Dün durch die Zumischung der alkalischen Sekrete nach und nach von aussen innen fortschreitend alkalisch geworden war. Flüchtige Fettsäuren sind Allem, welche den Kothgeruch erzeugen, gemischt mit den übelriechende dukten der Pankreasverdauung. L. BRIEGER bestimmte folgende flüchtig standtheile der menschlichen Excremente: Essigsäure zu $^3/_4$ aller fetten ren, normale und Isobuttersäure, Valeriansäure, Capronsäure, dann Phe Indol und neben einem gelben stinkenden Oele eine neue Substanz: Sca von dem Fäcalgeruch des Indol. Es ist dieselbe indolartige Substanz, we W. KÜHNE durch Schmelzen von Eiweiss und Kali gewonnen hat, sowie N und SECRETAN durch Fäulniss von Eiweiss. Der Koth wird gewöhnlic der unverdauliche Nahrungsrest aufgefasst. Das Mikroskop und die Ch weisen leicht nach, dass im Menschenkoth neben den unverdaulichen auch unverdaute, an sich verdauliche Stoffe vorhanden sind. Das mikroskop Bild, welches Menschenkoth nach verschiedener gemischter Kost zeigt, ist mannigfaltig: gelbgefärbte, zerstückelte Muskelbündelchen, Bindegew elastische Fasern, Käsestückchen, Stückchen von hartem Eiweiss; Pfla reste: Spiralfasern, Zellen mit Chlorophyll, Stärkekörnchen etc., dazwi Nadeln von Fettsäuren, manchmal die charakteristischen Tafeln der Choles krystalle. In flüssigem Koth finden sich auch mehr oder weniger zerstörte linderzellen. Schon die letzteren Elemente zeigen, dass der Koth nicht aus Nahrungsresten besteht, sondern dass ihm auch vom Darme aus noch S

gemischt werden. Ausser den abgestossenen Epithelzellen mit ihrem Inhalt ben wir in ihm auch die Ueberbleibsel der in den Darm ergossenen Verdaugssäfte, welche zwar zum Theil, aber nicht vollständig, wieder resorbirt wer. Schleim fehlt im Kothe niemals. Ausser den veränderten Gallenfarbstoffen tercobilin, VANLAIR und MASIUS, identisch mit JAFFE's Urobilin und Ly's aus Bilirubin künstlich dargestelltem Hydrobilirubin, das HEYNSIUS d CAMPBELL im Harn Choletelin nennen, für etwas Anderes erklärt MALY s Choletelin gegen STOKVIS) findet sich im normalen Koth immer auch ch ein Theil der Gallensäuren theils unverändert (?), theils zersetzt vor. Die ycocholsäure und die Taurocholsäure unterliegen der Spaltung, als deren dukte freie Cholsäure und deren Umsetzprodukte Choloidinsäure und Dysly- entstehen.

Zur Untersuchung des Koths. a. Physiologisches Verhalten. — Die chesche Zusammensetzung des Menschenkothes ist natürlich je nach der Nahrung sehr verhieden. Nach sehr bedeutender Fleischkost fand ich ihn fast genau von der Zusammenung des Fleisches, das Mikroskop zeigte nur unverdaute Fleischfasern, theils wohl erhalten, ls in den verschiedensten Formen der Maceration und des Zerfalls. Wenige krystallihe Nadeln von Fettsäuren waren eingemischt.

Als Beispiel der quantitativen chemischen Zusammensetzung mag eine Analyse von BER dienen, die an Menschenkoth angestellt wurde: Wasser 75,3, feste Stoffe 24,7. gallensaure Salze 0,9, Schleim und Gallenharze 14,0, Albumin 0,9, Extraktivstoffe 0,7, che Speisereste 7,0, Salze 1,2.

n Salzgehalt des Menschenkothes fand ich sehr gleichbleibend zwischen —12,14 % der trockenen Substanz schwankend. Er besteht der Hauptmasse nach aus sia- und Kalksalzen, während die Kali- und Natronsalze zurücktreten.

100 Theilen Asche von Menschenkoth fand PORTER: Chlornatrium 4,33, Kali 6,10, Na,07, Kalk 26,46, Magnesia 10,54, Eisenoxyd 2,50, Phosphorsäure 36,03, Schwefelsäure Kohlensäure 5,07.

er Wassergehalt des normalen Kothes beträgt etwa 75%, er kann aber durch Zultung im Darm viel an Wasser verlieren, oder bei rascher Entleerung noch weit reicher sein. Täglich werden vom Menschen etwa 30 Gramm feste Stoffe im Kothe ben. Die anorganischen Kothstoffe sind meist unlöslich in Wasser. In der Nahrung ene organisch saure Salze erscheinen im Koth in kohlensaure Salze verwandelt r.

ie hellgelben, hie und da grünlichen Exkremente mit Muttermilch ernährter gesunder geborener enthalten viel Fett, unverdautes geronnenes Casein, unveränderte Galle. chen Kindern im Alter von 2—3 Monaten fand ihn WEGSCHEIDER von saurer Reaction, rend von Milchsäure, höheren Gliedern der flüchtigen fetten Säuren, Palmitinsäure earinsäure. Die Fette gehen z. Thl. unzersetzt, z. Thl. in Seifen (Kalk und Magnesia) delt mit dem Koth ab.

b. Pathologisches Verhalten des Menschenkothes. — Die häufigste patholoe Veränderung des Kothes besteht in der abnormen Zunahme an Wasser bei Diarrhöen. Grund dieses Wasserreichthums scheint oft nur darin zu bestehen, dass der Darminhalt ch den Darm passirt, dass sich nicht genügend Zeit zur Aufsaugung seiner flüssigen Beheile findet. Auf diese Weise können den Organismus enorme Flüssigkeitsmengen ver, da in 24 Stunden nach BIDDER und SCHMIDT 10 Liter Wasser allein aus den Verdauungs- (Speichel, Magensaft, Galle, Bauchspeichel, Darmsaft) in den Darm ergossen werden. h eine Anzahl von Abführmitteln scheint in dieser Richtung zu wirken (BUCHHEIM, THIRY). äre aber falsch, anzunehmen, dass dieses der einzige Grund der Diarrhöen sei. In vielen n vermag der gelähmte (S. 302) oder der seines Epithels zum Theil beraubte Darm die

Gewebsflüssigkeit nicht zurückzuhalten, wozu nur das lebende normale Epithel im S (J. Ranke). Es findet dann eine Transsudation von Gewebsflüssigkeit Darmlumen statt mit allen chemischen Eigenschaften jener Flüssigkeit: Eiweiss, S Blutserums etc. Meist erfolgt nebenbei auch noch ein rascherer Durchgang durch de wodurch dem Darmexsudat auch grössere oder geringere Mengen der unveränder dauungsflüssigkeiten: Galle, Pankreassekret, beigemischt werden können. Die Gall man leicht nach der Gmelin'schen Probe. Das zersetzte Pankreassekret nimmt unt von Chlorwasser eine rosenrothe Farbe an; diese Farbe tritt öfters in eiweiss- und haltigen Darmentleerungen auf. Vermehrung der Schleimabsonderung im Dickdar sehr schleimhaltige Darmentleerungen hervor. In einem solchen katarrhalischen S deckte Liebig: Alloxan ($C_4 H_2 N_2 O_4$), ein Zersetzungsprodukt der Harnsäure, we eintrocknenden Masse von selbst eine rothe Färbung ertheilte. Da Alloxan in Harns zugehen vermag, so erschien dieser Fund einer Zwischenstufe zwischen Harnsäure u stoff im Organismus für die Theorie der Harnstoffbildung (cf. Harn) von Wichtigkeit. B katarrhen finden sich hier und da so massenhaft abgestossene Cylinderepithelien, flüssige Koth dadurch ein milchiges Ansehen erhält (Chylorrhea); dasselbe kann du senhafte Beimengung von Eiter- und Schleimzellen erfolgen. Bei zerstörenden Pro Darme finden sich Gewebsreste auch im Koth, ebenso Zellen von krankhaften Neub Blutkörperchen, geronnener Faserstoff (Blut). Bei Darmkatarrhen, Ruhr etc. wi Darmentleerung von unzähligen niedersten Organismen: Spaltpilzen [cf. Harn] un rien; die ersteren finden sich auch sonst in geringer Menge regelmässig vor. In al Stühlen bei Typhus, Ruhr finden sich oft sehr reichlich die »Sargdeckel« der phosp Ammoniak-Magnesia-Krystalle (cf. Harn).

Die Exkremente nach Calomelgebrauch enthalten unzersetzte, durch die G Probe nachweisbare Galle (Biliverdin) beinahe konstant; nach Eisengebrauch f im Koth Schwefeleisen. Die Ausscheidungen nach Senna fand C. Schmidt eiweissh feste Stoffe, davon 0,8% anorganische Salze.

Die Darmentleerungen bei Ruhr (Dysenterie) sind der Hauptmasse nach Tra reich an Albumin, Kochsalz. Sie enthalten meist geringere oder grössere Mengen derter Galle. Solche Stühle werden zweischichtig (hier und da dreischichtig), inden festeren Partien: Blut, Eiter, Schleim, Epithelien, Krystalle, Speisereste, Körnch meist bräunlich gefärbt, zu Boden senken, während eine trübe (oft nur von Fäulnis men getrübte) seröse Flüssigkeit oben steht. Dasselbe ist bei Typhus der Fall, Stuhl, wie meistens, flüssig ist. Letzterer ist sehr stinkend, da die Gallenproduk leidet (cf. oben S. 333), und stark alkalisch. Der Bodensatz besteht aus den ang Substanzen, unter denen nur meist das Blut fehlt. Die Flüssigkeit enthält Albumin u lich Chloralkalien, aber meist keine Galle. Die Typhusstühle behalten den Char Faeces, der bei Ruhr mehr und mehr verschwindet.

Die Choleraentleerungen aus dem Darm sind ebenfalls Transsudate mi haft beigemischten Darmepithelien, die ihnen das charakteristische »reiswasserähnl sehen« ertheilen. Sie enthalten wenig gelöstes Eiweiss, aber viel Kochsalz und m Galle. Die Gallenblase ist dann öfters auch mit reiswasserähnlicher Flüssigkeit ge Salpetersäure färben sich die Choleraentleerungen rosenroth wie die Typhus Schmidt fand in ihnen 1, 2—1,5% feste Stoffe, davon etwa 0,8% anorganische Salze

Bei Icterus, durch Verhinderung des Gallenabflusses in den Darm, hat der weissgraue Farbe, riecht faulig und ist ungemein fettreich; enthält bei vollkomme schluss des Gallengangs keine Reste der Galle.

Bei dem Icterus der Neugeborenen, der in den ersten Lebenstagen ein die dazu gehörigen Exkremente getrennt noch nicht näher untersucht.

c. Die Farbe des Koths ist normal bei gemischter Kost gelbbraun oder br Milchgenuss gelb, nach Calomel grün, da das Schwefelquecksilber in der Masse vert erscheint; nach Eisenpräparaten grün oder schwarz; letzteres auch nach dem re

on Schwarzbeeren (Heidelbeeren, Vaccinum myrtillus). Nach Indigogenuss sind sie :hwarzblaue Partikeln fand ich im Koth nach Gebrauch von Jodpräparaten: Jodhabarber und Safran färben den Koth lichtgelb, Blut roth, rothbraun etc. Bei den :rn rührt die grüne Farbe des Koths vorzüglich von Chlorophyll her.

ırmsteine. Im Dickdarm des Menschen wie der Pflanzenfresser finden sich Inkrustationen, entweder allein aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia bestehend in Mischung mit phosphorsaurer Magnesia. Kleie, namentlich Roggenkleie enthält alz reichlich; bei Müllerpferden, die mit Kleie gefüttert werden, findet man nicht :darmsteine von 3—4 Kilogramm Gewicht. Im Darm von Capra aegageus, Bezoarens und des Kaukasus, sowie in dem der Antilope dorkas, gemeine Gazelle, finden rientalischen Bezoare, eiförmig, olivengrün, geschichtet aus Lithofellin- H_{36} O_4 bestehend (Ettling und Will), braunschwarze Bezoare bestehen aus El- C_{14} H_6 O_8.

Die Salze des Koths.

ıerwiegende Menge der anorganischen Bestandtheile des normalen Koths sind, wie ıitgetheilte Analyse derselben lehren kann, Kalk, Magnesia und Phosphorsäure. Die alze werden aus dem Darmsaft vollkommen resorbirt. Die unlöslichen Aschenile der organisirten Stoffe sind mit diesen in inniger Verbindung. Fast alle Eiweissder Pflanzen und der Thiere liefern bei der Veraschung neben phosphorsaurem ·rbindungen des Kalks und der Magnesia mit Phosphorsäure, die an sich nur in lich sind. Ihre innige Verbindung mit den organischen Substanzen geht daraus ss sich diese zum Theil in Wasser, zum Theil in alkalischen Flüssigkeiten auflösen, 'hosphate auszuscheiden, ebenso wenig findet das statt bei der Lösung derselben hen Pankreas- oder Darmsaft. Durch die Verdauung werden diese Salze von den n Stoffen getrennt, mit denen sie verbunden waren, das Resultat der Verdauung Bildung freier nicht mehr löslicher Salze, die sich nun z. B. als phosphorsaure -Magnesia ausscheiden können. Soweit diese aufgenommen werden, treten sie mit den verdauten Eiweissstoffen verbunden in die Säftemasse ein, so dass das ihrer Verdauung besondere Wichtigkeit erhält. Die meist saure Reaktion des ıhalts begünstigt eine theilweise Aufnahme derselben ebenfalls, wie die Reaktion aftes.

ıt darauf aufmerksam gemacht (Kühne, Meissner), dass die Darmverdauung in der der genannten phosphorsauren Salze von ihren organischen Stoffen eine gewisse ıt mit der Fäulniss zeigt, die schon im lebenden Organismus (J. Ranke) z. B. nach andiger Wundbestandtheile bei Kaninchen eine Abspaltung und krystallinische ıg der phosphorsauren Salze (phosphorsauren Ammoniakmagnesia) von den n in den Geweben hervorbringt (cf. Haut). Nach einer Bemerkung Meissner's ıulenden Eiweisssubstanzen auch zunächst in den Peptonen sehr ähnliche Modibergeführt werden. So kommt wie die Lehre von der einfachen Gährung (cf. uung), so auch die alte Lehre von der »Faulung« der Nährstoffe bei der Ver-S. 294) wieder einigermassen zur Geltung. Für eine solche sprechen vornehme Darmgase.

Die Gase des Darms.

ınzen Verdauungscanale finden sich Gase vor. Es unterliegt keinem ass sie zum Theil aus der Luft stammen, die mit dem schäumenden ı den Magen herabgeschluckt wird, und so z. Th. in den Darm ge-

Der verschluckte Sauerstoff wird dort zu chemischen Aktionen verwend oder von den Blutkapillaren aufgesaugt, so dass in geringem Maasse eine Mage athmung auch bei dem Menschen und den höheren Thieren vorkommt, wie i in grösserem Maassstabe bei manchen Thieren, z. B. bei dem Schlammpeizg Cobitis fossilis, nachgewiesen ist. Für 1 Volumen aufgenommenen Saue stoff finden sich im Magen 2 Volumen Kohlensäure. In den Gasen der Gedär fehlt der Sauerstoff gänzlich oder er ist im Dünndarm höchstens in Spuren vo handen. Die Magengase (Kohlensäure und Stickstoff) mischen sich dem Darn inhalt bei, der zunächst in Folge von Buttersäuregährung noch Kohlensäure u Wasserstoff, etwa in gleichem Volumen, zumischt. In dem Dickdarm d Menschen findet man ausser den drei genannten Gasen noch Gruben- od Sumpfgas, d. i. den leichten Kohlenwasserstoff CH_4 und zuweilen Schwe wasserstoff. Bei Hunden soll der Kohlenwasserstoff, bei Pflanzenfressern Schwefelwasserstoff fehlen, bei diesen will man Kohlenoxyd (?) nachgewie haben. Der Schwefelwasserstoff tritt nur nach dem Genuss von Fleisch so dass er aus der Zersetzung der Albuminate im Darm zu stammen sche Es rührt, wie das Auftreten des Wasserstoffes, so auch das des Kohlenwa stoffes von im Darm regelmässig, aber in schwankendem Grade eintrete Gährungsvorgängen resp. Fäulnissvorgängen (Hoppe-Seyler) Diese Gase werden auch in der Athemluft gefunden und entstammen dort allein der ebengenannten Quelle, ohne dass man sie in directen Zusammen mit dem Respirationsprocess bringen dürfte (cf. Athmung).

Planer fand die Darmgase je nach der Nahrung verschieden: bei Hülsenfrüch rung fand sich im Hundedarm sehr viel Wasserstoff, der bei Fleischnahrung fast ganz

Dünndarmgase vom Hunde:

	nach 4tägiger Fleischfütterung	nach 4tägiger Hülsenfruchtfütterung
CO_2	84,12 Vol.%	65,13 Vol.%
H	2,40	28,97 -
N	13,32	5,90 -
O	—	—

Die Dickdarmgase vom Menschen, die Ruge mit einem besonderen Saugapparat aus Anus gesammelt hatte, zeigten folgende Zusammensetzung:

	Nach gemischter Kost:	Nach Milchdiät:	Nach 4tägigem Genuss von Leguminosen:	Nach reiner Fleischkost:
CO_2	40,51	9,06	21,05	8,45
N	17,50	36,71	18,96	64,41
CH_4	19,77	0	55,94	26,45
H	22,22	54,53	4,03	0,69
H_2S	Spur	—	—	Spur

Menschliche Faeces, der freiwilligen Zersetzung, Fäulniss an der Luft über fahren fort Kohlensäure, Wasserstoff, Sumpfgas und Spuren von Schwefelwasserstoff ent wickeln.

G. Hüfner untersuchte mit Ausschluss der Wirkung der bekannten Fäulnissorga (Bacterien) die Gasentwickelung, welche bei künstlicher Pankreasverd ung auftritt. Das Gas bestand bei Verdauung von Fibrin lediglich aus Stickstoff und Ko säure. Es ist bemerkenswerth, dass diese Abscheidung von CO_2 sich lediglich als eine

s **Fermentes auf das Fibrin zu erkennen gab, die Fermentlösung allein entwickelt** H_2.

liesst man bei derartigen Versuchen die Gährungs- und Fäulnissorganismen nicht mit ender Sicherheit aus, so finden sich im Gasgemische auch die anderen Componenten ngase: H, CH_4, H_2S (A. Kunkel), was für die oben angegebene Entstehungsursache ngase spricht. CH_4 entsteht nach Popoff aus Zersetzung der Cellulose durch Mikro- ausserhalb und innerhalb des Darms.

ie Desinfektion der Darmentleerungen, hygieinische Bemerkungen.

im Organismus entstehenden Gewebsschlacken zeigen sich wie z. B. die CO_2, Harn- alle als starke Gifte, die möglichst rasch aus dem Körper: durch Athmung und Harn werden müssen, um die Lebensvorgänge nicht zu beeinträchtigen oder zu vernichten. Schlacken der Nahrungsstoffe und der Verdauungssäfte, welche auf dem Wege des den Körper verlassen, theilen im frischen feuchten Zustande diese verderb- genschaften kaum. Selbst die feuchten Darmentleerungen Cholera- und Typhuskran- inen keine Gefahr hervorzurufen. Dagegen entwickeln sich in den sich zersetzen- sleerungen nicht nur der Kranken, sondern auch der Gesunden, wie in allen den organischen Substanzen stark wirkende, der Luft und dem Wasser sich nde Gifte, welche zu Ansteckung Gesunder, die in solcher Luft und von solchem längere Zeit leben, führen können. Die Art des Giftes ist noch nicht mit Sicherheit . Allem nach scheinen vornehmlich zwei verschiedene Arten solcher Gifte aufzu- Nennen wir sie in Ermangelung näherer Kenntniss: Typhusgift und Cholera- as erstere Gift kann aus allen faulenden organischen, besonders thierischen Materien len. Am häufigsten aber ist seine Entstehung aus sich zersetzenden, in den Boden ten Exkrementen, wohin sie aus Aborten und besonders den in manchen Städten ungemauerten Versitzgruben gelangen. Der berühmte Fall von Griesinger zeigt, es hier mit einer Wirkung zu thun haben, die unter Umständen des Erdbodens nicht m sich geltend zu machen. Bei einem Gastmahle wurde bei 500 Personen durch ver- s Fleisch eine Vergiftung, aus der sich Typhus entwickelte, hervorgebracht. Am in- n aber scheint die Giftentwickelung aus faulenden Exkrementen Typhuskranker zu s Choleragift soll namentlich aus der Zersetzung der Cholera-Exkremente erzeugt Wie das Pestgift sich zu den beiden genannten verhält, ist noch nicht sicher er- wahrscheinlich reiht es sich aber nahe an das Typhusgift an.

glaubt meist, dass diese Krankheitsgifte organischer Natur seien: Fermente, Zellen, e? sie bedürfen zu ihrer Entwickelung gewisser äusserer Umstände.

von dem einen Krankheitsgifte gilt, lässt sich auch auf das andere anwenden. Wir ken uns im Folgenden auf das, was Griesinger, von Pettenkofer und Wunderlich Choleragift mitgetheilt haben:

s Gemenge von frischem Harn und Koth nimmt nach wenigen Tagen in Folge von mischung eine alkalische Reaktion durch Bildung von kohlensaurem Ammoniak an, in der Luft der Abtritte durch befeuchtetes Kurkumapapier, das sich bräunt, nach- ann. Diarrhöische Darmentleerungen reagiren häufig schon im frischen Zustande (da sie Transsudate aus dem Blute sind, S. 337), und gerade bei den Cholera-Ent- ist dies die Regel. Die Thatsachen weisen nun darauf hin, dass der eingeschleppte eim« überall um so üppiger gedeiht und wuchert, je ausgedehnter und ergiebiger die ng des alkalischen Inhalts der Abtrittgruben auf den Boden und die Luft eines t. Es liess sich erwarten und die bisherigen Versuche sprechen schlagend dafür, Verhindern des Eintrittes der alkalischen Reaktion oder, wo sie bereits eingetreten eutralisation bis zum deutlichen Auftreten einer sauren Reaktion die Entwicke- Giftes verhindert (oder schwächt).

Man kann Dieses mit Schwefelsäure, Salpetersäure oder Salzsäure oder mit Wasser löslichen, sauer reagirenden Metallsalzen erreichen, am billigsten mit l vitriol. Manganchlorür, schwefelsaures und Chlorzink leisten dasselbe. Ausser den salzen kann auch die als Destillationsprodukt der Kohle erhaltene rohe Karbolsä saure Reaktion frischer Exkremente erhalten, zur Ansäuerung alkalischer kann sie nicht dienen. Die präservirende Kraft der Metallsalze kann durch einen äusserst g Zusatz von Karbolsäure sehr erhöht werden. Als gasförmiges Desinfektionsmittel d besten schwefelige Säure, durch reichliche Schwefelverbrennung erzeugt. welcher nach seinen Experimenten von der Wirkung des Eisenvitriols, Chlorwass Chlorkalks sowie des Kaliumpermangenats keine grossen Leistungen sah, beobachte in einer Lösung, welche 1—1,5 % Karbolsäure enthält, keine, auch nicht die nieder ganismen, leben können.

25 Gramm Eisenvitriol reichen durchschnittlich für eine Person täglich hin, di mente sauer zu erhalten. 3—4 Gramm reiner Karbolsäure auf 100cc Wasser leisten b sauren Exkrementen dasselbe. Zur Desinfection von Abtritten hat man zur der Grube die Exkremente mit einer genügenden Menge (10—20 Pfund) von in Was kommen gelöstem Eisenvitriol unter gutem Umrühren anzusäuern, mit Lakmusp prüfen! Nach einigen Tagen muss die Prüfung mehrfach wiederholt werden und d wieder alkalische Inhalt neuerdings mit Eisenvitriollösung unter Umrühren angesäu den. Eine entsprechende Menge roher Karbolsäure wird ebenfalls in die Grube gegel Abtrittsitze werden mit Eisenvitriollösung und Karbolsäure gut gewaschen und die S mit den Lösungen möglichst allseitig bespült und gereinigt; hölzerne Schläuche las vollkommene Desinfektion nicht zu. Eisenvitriol ungelöst in die Gruben gebracht, d nicht allseitig.

Süvern hat angegeben, die Kloakenflüssigkeiten mit einer Flüssigkeit (»Sü sche Masse«) zu desinficiren, welche 240 Theile Wasser, 100 Theile Kalk und varia gen oder nach Hausmann 10 Theile Chlormagnesium und 6 Theile Theer enthält. I wirkt die Karbolsäure, der Kalk reisst durch einen voluminösen Niederschlag, den er die Organismen der Flüssigkeit nieder, die in ihm bewegungslos werden. Das Chlorma bindet das Ammoniak. Hausmann untersuchte unter Virchow's Leitung Berliner Kl wasser (Canalwasser). Er beschreibt dasselbe als eine trübe grünlich graue Flüssig sehr üblem Geruch und einem dunklen Bodensatz von humificirten Pflanzenresten, S und zufälligen Verunreinigungen und sehr verschiedenartigen Infusorien, Algen, Pilze nisspilzen, Leptothrix, Schizomyceten, Spaltpilzen) in grosser Zahl. Nach der Desinfek der Süvern'schen Masse war das Wasser klar, farblos, roch nach Theer und reagirte a und war frei von niederen Organismen. An der Luft bildete es ein Häutchen von saurem Kalk, das allmälig zu Boden sank und dabei die von der Luft zugeführten P Pilzkeime niederzog, so dass Gährung und Pilzbildung 8—10 Tage verhindert wurd Gegenwart von Theer verhütet die Bildung niederer Organismen länger als Kalk, töd wie die Karbolsäure, grössere Infusorien erst nach einigen Tagen, die Pilze, Bakte bewegen sich dann noch. Das scheint zu beweisen, dass Karbolsäure allein nicht a det werden sollte.

Zur Reinigung beschmutzter Wäsche, Fussböden etc. dient am bester vitriol oder Chlorzink, die keine Flecken hinterlassen. Dass die Desinfektion ginnen hat, wenn man sich volle Wirkung von ihr versprechen will, ehe die Vergif Einwohner eines Hauses oder einer Stadt schon stattgefunden, ist selbstverständli Reinigung der beschmutzten Kleidungsstücke etc., indem man sie in einem eisernen cylinder aufhängt und erhitzt, dadurch, dass man in den äusseren Mantel des C Dampf von etwa 110° C. einleitet (C. Esse), hat sich für Tödtung von Ungeziefer in d dungsstücken neu aufgenommener Kranker bewährt, bei Cholera muss es durch n Schwefelung unterstützt werden. Bei sporadischem Auftreten (Einschleppen) as Cholera ist das Verbrennen der verunreinigten Gegenstände als das Sicherste anz

iuser hat man in Russland niedergebrannt. Zimmer und andere Räume, in welchen steckungsstoffe vermuthen muss, werden zuerst durch Verbrennen reichlicher Schwe-en ausgeschwefelt, dann werden die Wände mit Aetzkalk resp. frisch gelösch-t neu geweisst. Aetzkalk ist ein vortreffliches Mittel zur Zerstörung vieler organischer rganischer Gifte, welches vielfach anwendbar ist.

hat versucht, die Salpetersäure als Maass zu benützen für die stattgefun-erunreinigung des Wassers, z. B. Trinkwassers, Flusswassers durch orga-bfallstoffe. Verhältnissmässig rasch werden nämlich bei der grossen Vertheilung im sser die organischen Theile durch Oxydation zerstört, der Stickstoff in Salpetersäure adelt. Beimischungen von grösseren Mengen Salpetersäure deuten also meist darauf das betreffende Wasser unrein war und also noch immer verdächtig ist.

Neuntes Capitel.

Die Mechanik der Verdauung; Chylus und Lymph

1.

Bewegung der Nahrungsstoffe im Nahrungsschlauch.

Allgemeine Uebersicht.

An die chemischen Veränderungen der Nahrungsstoffe durch die Verd ung schliessen sich eine Reihe mechanischer, activer Vorgänge an, theils zu bestimmt, die chemischen Aktionen zu ermöglichen und zu unterstüt theils der Erfüllung des eigentlichen Zweckes aller Verdauung vorzuste die Nahrungsstoffe aus dem Darmcanal in die Säftemasse des Organismus zuführen.

Die Nahrung wird von dem Organismus durch willkürliche Acte ergr in der Mundhöhle von den Zähnen verkleinert und, überzogen und ge mit Speichel und Mundschleim, durch den eigens dazu vorhandenen Mu apparat in den Magen hinabgeschluckt. Die unwillkürlichen Bewegunge verdauenden Magens lassen abwechselungsweise verschiedene Partien der genommenen Nahrung an den Mündungen der Magensaft absondernden Dr hingleiten und befördern so die Drüsenabsonderung durch directe Reizung die innige gleichmässige Mischung mit diesem wichtigen Sekrete. Wenn eingetreten ist, wenn die Zeit gegeben war für energisch verdauende kungen, wenn aus der Nahrung der Speisebrei geworden ist, öffnet sich Muskelverschluss des Pförtners und in rhythmischen Stössen wird der Sp brei dem Zwölffingerdarm übergeben, aus dem er gemischt und verdünnt den dort zufliessenden Säften des Pankreas und der Leber durch wurmför Contractionen langsam den langen Windungsweg des Darmes hinabge wird. Auf der ganzen bisher genannten Strecke finden sich die Bedingun um den Nahrungsstoffen den Eintritt in die Blut- und Lymph- resp. Ch gefässe zu gestatten. Ein Schliessapparat regulirt am Ende des Darmes Austritt der unverdauten Stoffe und entlässt diese endlich willkürlich.

Mechanik der Mundverdauung.

Die Aufnahme der Nahrungsstoffe erfolgt durch das Oeffnen Mundes, wozu der Unterkiefer herabsinkt. Flüssigkeiten werden meist ein

Flüssigkeit selbst, und erweitern den Brustraum bei vollkommenem s aller Zugänge zur Mundhöhle. Durch die dadurch entstehende Luft- ung in der Mnndhöhle wird die Flüssigkeit ebenso angesaugt wie bei Personen die Wangen beim Trinken einsinken.

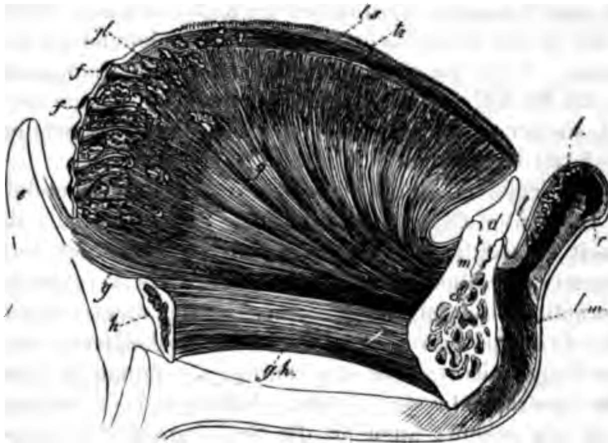
Verkleinerung der festen Speisen wird durch die Kiefer bewirkt, deren en in verschiedener Weise zusammengedrückt und schleifend anein- wegt werden können. Zwischen diese Schneide- und Quetschapparate lie Speisen durch die Muskulatur der Lippen, Wangen und Zunge her- sst, gehalten und wieder daraus entfernt, um nach inniger Mischung hel zum Bissen geformt zu werden.

Zunge (über deren Schleimhaut bei dem Geschmackssinn gehandelt wird) ist von den erwähnten Organen zweifelsohne das wichtigste, da Bewegungsfähigkeit, ermöglicht durch ein wunderbar gewebtes Netz getheilter, quergestreifter Muskelfasern nicht nur diese vergleichs- edere thierische Function, sondern auch die höchste der menschlichen ätigkeiten beruht: die Sprache. Ein Theil der Muskelfasern ver- schliesslich in der Zunge, in welcher das dünne, die Zunge in zwei Hälften spaltende Fasergewebe der Zungenscheidewand — Septum — Ansatzpunkte für sie schafft; auch an die Schleimhaut der Zunge h zahlreiche Muskelfasern mit mikroskopischen Sehnen an. Die grösste er Fasern entspringt aber als anfänglich noch mit dem Messer leichter e Muskelindividuen von Unterkiefer, Zungenbein und Schläfenbein, an der Zungenspitze sind sie so innig mit einander verwebt, dass sie ehr unterschieden werden können. Im Allgemeinen zeigt die Zungen- ur drei Verlaufsrichtungen: der Länge nach, quer und senkrecht. Den Kern der Zungenmuskelmasse bilden nach Kölliker vor Allen die innzungenmuskeln: Genioglossi, und der quere Zungenmuskel: Trans- guae. Zu beiden Seiten des Septum linguae verläuft in fächerförmiger ung der Genioglossus die Mitte des Organes von der Spitze bis zur

an der Schleimhaut zu enden, die übrigen Fasern inseriren sich an den ei lichen Zungenseitenrand.

Die beiden genannten Muskeln werden von dem Hyoglossus, dem loglossus, dem Longitudinalis inferior und superior gleic eingehüllt. Der Hyoglossus ahmt in seinem Verlaufe an den Seitentheile Zunge den Genioglossus nach. Auch seine Muskelmasse spaltet sich a Unterfläche des Zungenrandes in querstehende Blätter, die sich aufwärt gend zwischen diejenigen Blätter des Transversus einschieben, welche Genioglossus nicht eingenommen werden. Das eine Bündel des Stylog verläuft am Zungenrande nach unten und einwärts zur Schleimhaut der Zu spitze; das zweite Bündel desselben Muskels schiebt sich zwischen den an

Fig. 75.



Längsschnitt der Zunge des Menschen in natürlicher Grösse, die Umrisse nach ARNOLD Icon. org. sens.: *g.h* Geniohyoideus, *k* Zungenbein, *g* Genioglossus, *g'* Glossoepiglotticus, *tr* Transversus linguae, *l.s* Longitudinalis superior, *e* Epiglottis, *m* Maxilla inferior, *d* Schneidezahn, *o* Orbicularis oris, *l.m* Levator menti, *i* Glandulae labiales, *f* Folliculi linguales, *gl* Glandulae linguales cum ductibus.

Fig. 76.



Ein verästeltes Primiti von 0,018''' aus der Zu Frosches, 350mal ve

Zungenmuskeln durch und endet an der Scheidewand. Zwischen Geniogl und Hyoglossus an der Unterfläche der Zunge verläuft das Längsbünde Longitudinalis inferior. Zwischen den obersten Transversus-Fasern un Schleimhaut findet sich noch eine Längsfaserschicht, welche die ganze l und Breite der Zunge einnimmt und von KÖLLIKER als Longitudinalis su bezeichnet wird. Derselbe Forscher fand in der Zungenspitze noch selbst senkrecht stehende Fasern.

Diese complicirte Verlaufsrichtung der Zungenmuskeln wird durc Entdeckung, dass sich die einzelnén Muskelprimitivbündel an ihren Enden fältig theilen, noch verwickelter gemacht. In der Zunge des Frosches sind Verzweigungen leicht aufzufinden (Fig. 76). Feinste Ausläufer der Pri bündel verlaufen hier in den grossen Geschmackswärzchen bis zur (WALLER, AXEL KEY, BILLROTH).

Aus der Darstellung (nach Kölliker) ergibt sich: Die senkrechten sern stammen vom Genioglossus in der Mitte jeder Zungenhälfte, an den iten von den Longitudinales und dem Hyoglossus, an der Zungenspitze mmen noch die selbständigen senkrechten Fasern des Perpendicularis zu. Die genannten Fasern spalten sich alle in senkrecht stehende Blätter, in ren Zwischenräume sich die querlaufenden Fasern vom Transversus d Styloglossus einschieben. Meist unmittelbar unter der Schleimhaut gen die Längsfasern vom Longitudinalis superior, L. inferior d dem Styloglossus stammend. In gewissem Sinne müssen auch die sprungsfasern des Genioglossus, ehe sie sich senkrecht umbiegen, hinzu rechnet werden.

Ehe wir die Betheiligung der Zunge an den Schluckbewegungen näher trachten, müssen wir die Formveränderungen der Zunge und ihre glichen Bewegungen vorerst im Allgemeinen etwas zergliedern, ganz absehen zu welchem Zwecke diese Bewegungen dienen, ob zum Kosten, mecken, Schlucken, Kauen, Sprechen etc. Da die Zunge mit dem Unterfer und dem Zungenbeine durch ihre Muskeln verbunden ist, so muss sie allen Bewegungen dieser Knochen folgen.

Durch die Zusammenziehung der senkrechten Fasern wird die Zunge it und platt; die Contraction der Querfasern wird bei erschlafften Längsn die Zunge verlängern, bei gleichzeitiger Thätigkeit der Längs- und rfasern wird aus der Zunge ein fester, rundlicher, dicker Zapfen; Verng wird erzeugt durch die contrahirten Gesammt-Längsfasern.

Die mannigfaltige Anordnung der Zungenmuskeln, ihre Sonderung in ein- Muskelindividuen, von denen im Allgemeinen ein gleicher Zweck erreicht den kann, die aber je eine gesonderte Contraction zulassen, macht es anlich, wie vielfältig wechselnd die Formgestaltung und Bewegung der ge sein könne. Bei einmal angenommener Gestalt kann die Zungenspitze allen Richtungen in der Mundhöhle bewegt werden, wozu nur eine einige Contraction ihrer äusseren Längsfasern erforderlich ist. Durch alleinige mmenziehung der innersten senkrechten Fasern wird der Zungenrücken Löffel ausgehöhlt; der Zungenrücken wird gewölbt durch die Contraction untersten Querfaserschichten. Aus den Ansatzverhältnissen wird verdlich, dass die ganze Zunge durch den Hyoglossus nach hinten und n, durch den Styloglossus und Glossopalatinus nach oben gezogen werden . Durch die hintersten Fasern des Genioglossus kann sie etwas nach vorne gen werden, wie aus der Abbildung des Faserverlaufes direct hervorgeht. Die Muskelfasern erhalten ihre Bewegungsantriebe vom N. Hypoglossus, dessen normaler Erregbarkeit und Erziehung die Fähigkeit zu den mannigen Bewegungen basirt, wie sie vor Allem bei dem Sprechen von der Zunge rdert werden.

Bei dem Kauen der Speisen werden von der Zunge und der übrigen dhöhlenmuskulatur, vorzüglich dem Buccinator, verhältnissmässig ein- e Dienste verlangt, indem sie den Mundhöhleninhalt nur in der Mundhöhle her zu bewegen, mit Speichel zu mischen — einspeicheln — und zwischen Zähne zu bringen haben. Beim Kauen sind vor Allem die Kiefer thätig. rch Anpressen des Unterkiefers senkrecht gegen den Oberkiefer können

festere Stoffe zwischen den messerförmigen Schneidezahnreihen und den spit: Eckzähnen förmlich zerschnitten und zersprengt werden; zerquetscht und z malmt werden sie zwischen den flachen, höckrigen Kronen der zusamm gedrückten oder an einander schleifenden Backenzähne.

Schon in der Mundhöhle beginnt die Resorption der gelösten Stoffe. Innerhalb 2—4 nuten werden nach A. KARMEL's Beobachtungen 2—20 % von Weinsäure, kohlensaur Natron, salpetersaurem Kali, schwefelsaurer Magnesia, Traubenzucker von der Mundschle haut aufgenommen.

Zur Entwickelungsgeschichte. — Die Mundhöhle ist nicht von Anfang an in V bindung mit der Darmhöhle, sie entsteht als eine buchtförmige Einstülpung des obern Keimblattes, des Hautsinnesblattes, die erst später in den Darmcanal durchbricht. Di Vorgang ist darum von noch grösserer Bedeutung, weil er lehrt, dass eine Einstülpung Hautsinnesblattes auch bei der Bildung der Mundhöhle mit dem Geschmacksorgane Hauptrolle spielt, wie bei der Bildung der drei höheren Sinnesorgane (cf. diese). REMAK obachtete am Hühnerembryo am dritten Brüttag die »Mundbucht« zuerst als eine Grube Bereiche des ersten Kiemenbogens unterhalb des vordersten das Vorderhirn umschliessen Schädelendes, die durch selbständige Wucherung des Hautsinnesblattes und durch Vortr der Ober- und Unterkieferfortsätze des ersten Kiemenbogens sich erweitert und sich n aussen durch eine quere Mundspalte öffnet. Nach hinten verschliesst sie eine dü Scheidewand, einerseits vom Hautsinnesblatt, andererseits vom Darmdrüsenblatt beklei die mittlere Lage wird von der Darmfaserschicht des Vorderdarms gebildet. Schon am vie Brüttag entsteht in dieser Scheidewand eine Spalte, »Rachenspalte«, welche Mundbucht Vorderdarm verbindet, bald verschwinden die Reste der Scheidewand gänzlich und die be Höhlen communiciren durch eine weite Oeffnung. Zur Bildung der Mundschleimhaut einigt sich mit dem Hautsinnesblatt bald eine oberflächliche Lage des mittleren Keim (KÖLLIKER). Die erste Anlage der Zunge zeigt sich bei dem Menschen in der sechsten W Sie erscheint als kleiner Wulst in der Mittellinie der inneren Fläche des ersten Kiemenb und zwar aus einem nach innen von diesem gelegenen Bildungsmaterial, das später v lich zum Genioglossus wird. Der Zungenwulst wächst in die Länge und Breite und bald die Gestalt der Zunge an; schon im dritten Monat entwickeln sich die Zungenpap und zwar zuerst die Circumvallatae und Conicae (REICHERT, KÖLLIKER). KOLLMANN entd bei einem menschlichen Embryo vom Ende der fünften Woche eine bilaterale Anlag Zunge in Form zweier Wülste zwischen den Unterkieferfortsätzen. Daraus erklären die Beispiele angeborener Zungenspaltung im Zusammenhalt mit dem Auftreten gespal Zungen bei Eidechsen und Schlangen. Vor Ende des zweiten Monats wuchern die Oberki fortsätze des ersten Kiemenbogens in horizontaler Richtung nach innen als Gaumenpl ten, die zuerst eine Spalte, »Gaumenspalte«, zwischen sich lassen, sich bald aber zu harten Gaumen vereinigen (von der achten Woche an). In der neunten Woche ist der h Gaumen vollkommen geschlossen, der weiche noch gespalten. In der zweiten Hälfte dritten Monats ist das Velum gebildet. Wolfsrachen, Hasenscharten, Lipp spalten sind als Stehenbleiben auf embryonalen Bildungsstufen zu erklären. Durch Ausbildung des Gaumens trennt sich die anfänglich einfache, primitive Mundhöhl einen respiratorischen Abschnitt und die eigentliche Mundhöhle.

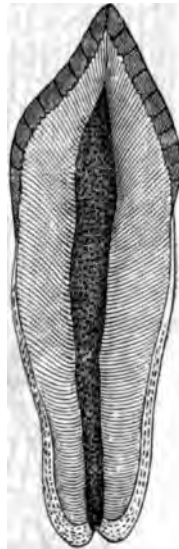
Zur vergleichenden Anatomie. — Bei den Amphibien und Fischen bleibt die »pri tive Mundhöhle«. Bei den Reptilien beginnt der Scheidungsprocess der Mundhöhle durch Entwickelung des Gaumens in zwei Etagen, von denen die eine durch Ausbildung der Na scheidewand noch weiter in zwei seitliche Höhlen, Nasenhöhlen, getrennt werden k Bei den Schlangen und Eidechsen schreitet dieser Scheidungsprocess weniger weit vor al den Schildkröten und Krokodilen. Bei den Säugethieren ist die Trennung am vollkommen so dass nur noch im Pharynx Mund und Nasenhöhle communiciren. Die Mundhöhle w bei Säugethieren noch weiter durch den muskulösen Apparat des Gaumensegels abgegr

diane Verlängerung, Uvula, findet sich nur bei Menschen und Affen. Die Zunge i den Fischen meist nur einen durch den Schleimhautüberzug des Zungenbeins gebilchen Wulst; oft ist sie mit Zähnen besetzt. Bei den Amphibien tritt eine selbstänngenmuskulatur auf, die Zunge erscheint als ein dickes oft vorstreckbares Gebilde. Reptilien (Eidechsen und Schlangen) wird die an der Spitze gespaltene, vorstreckge mit einer Scheide umgeben, das Epithel der Zunge ist bei letzteren meist verhornt et an der oberen Fläche Schuppen und Höcker. Bei Schildkröten und Krokodilen unge breit und flach. Unter den Vögeln bildet bei den Papageien die Zunge ein , fleischiges Organ, bei anderen ist das vordere Ende meist mit verhornten Epithel- bedeckt, bei den Spechten mit seitlichen Widerhaken, bei den Tucanen mit feinen besetzt. Bei den Säugethieren ist je nach der Nahrung die Zunge mannigfach ent- sie ist muskulös, vorstreckbar. Die Zunge kann bei der Nahrungsaufnahme sehr lene Verrichtungen übernehmen. Bei Echidna ist die Zunge lang und schmal, bei phaga wurmförmig, bei Nagern und Wiederkäuern ist der hintere Abschnitt beträchter als der vordere. Unter den Papillen sind die Papillae circumvallatae die sten, die stets den Rücken der Zungenbasis einnehmen, bei Halmaturus findet sich bei Edentaten zwei (GEGENBAUR).

Die Zähne.

n unterscheidet an jedem Zahne drei verschiedene Theile, die frei über nfleisch hervorragende Krone, den vom Zahnfleisch bedeckten Hals in den Kiefer (Alveole) eingekeilte Wurzel. Im findet sich eine Höhlung, welche in den Wurzel- ausmündet. Diese Höhlung in der festen Zahn- ird durch nerven- und gefässreiches Gewebe, die , erfüllt; durch feine Canälchen, welche den Zahn ehen und in die Zahnhöhle münden, geschieht nernährung. Der Zahn wird von dreierlei ver- nen Geweben zusammengesetzt. Die Wurzel wird ment überzogen, der den Bau der Knochensub- igt. Die Krone überkleidet der Schmelz; das Zahngewebe, welches an unverletzten Menschen- nirgends offen zu Tage tritt, wird als Zahn- der Elfenbein bezeichnet (Fig 77).

Fig. 77.

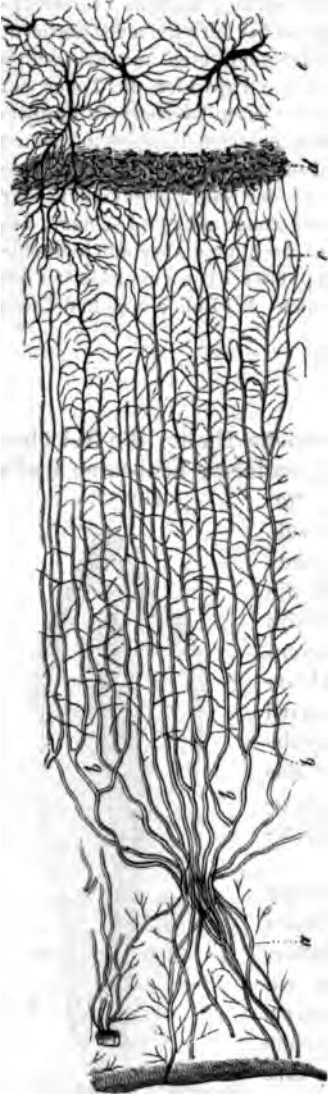


Ein menschl. Schneidezahn mit der Zahnhöhle in der Axe, umgeben von dem Zahnbeine, welches im unteren Theile vom Cement, im oberen vom Schmelz bedeckt wird.

das Zahnbein durchziehenden feinen Canälchen –0,0015 mm breit) laufen parallel neben einander krecht auf die Begrenzungsfläche der Zahnhöhle, sie auf einem Querschnitt fast überall eine ra- nige Anordnung zeigen. Die Zahncanälchen eine besondere Wand. Die einzelnen Canälchen und verbinden sich, ohne im Allgemeinen ihre richtung zu ändern, mannigfaltig. Die Grund- zwischen den Canälchen ist homogen. Im Allge- lässt sich das Zahnbein als modificirte Knochen- z betrachten (Fig. 78). Die Pulpa dentis, hnkeim, besteht aus einer Art von Bindege- mit vielen runden oder ovalen kernhaltigen Zellen. Die Zwischensub- t faserig. Das eintretende arterielle Stämmchen spaltet sich mehrfach,

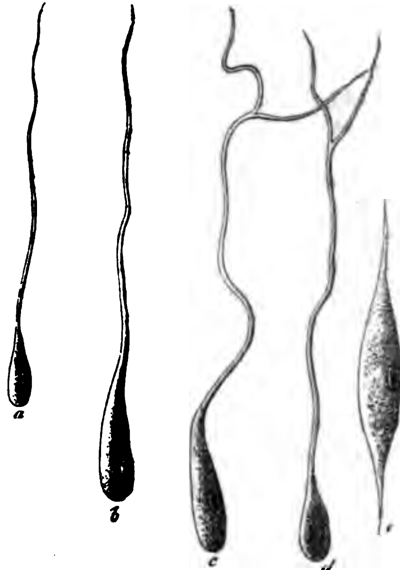
um erst im Zahnkeime in Kapillaren zu zerfallen. Die Aussenfläche de keimes besetzen cylindrische Zellen mit länglichem Kerne, welche feine,

Fig. 78.



Zahncanälchen der Wurzel, 350mal vergr *a* Innere Oberfläche des Zahnbeines mit spärlichen Röhren. *b* Theilungen derselben, *c* Endigungen mit Schlingen, *d* körnige Schicht, bestehend aus kleinen Zahnbeinkugeln an der Grenze des Zahnbeines, *e* Knochenhöhlen, eine mit Zahncanälchen sich verbindend. Vom Menschen.

Fig. 79.



Dentin- oder Elfenbeinzellen nach LENT. Bei *a* und fadenförmige, zu Zahnröhrchen sich gestaltende Ausl getheilte, *e* eine spindelförmige Zelle; *f* eine geth

Fortsätze in die Zahncanälchen aus welche letztere ganz ausfüllen, Denti len (Fig. 79). Der Cement beginnt Grenze der Schmelzschicht mit Lage und erreicht an der Wurzel seine Dicke. Es finden sich in ihm ästig ver Knochenzellen, welche sich theils unt ander, theils mit einzelnen Zahncanälch binden. Der Schmelz oder Email aus langen dicht an einander gefügten sechsseitigen Fasern oder Säulen, Schmelzprismen oder Schmelzsä 0,003—0,0004 mm breit, welche die des Schmelzes so durchsetzen, dass be brauch der Zähne der Druck in ihrer Ri ausgeübt wird. Die Schmelzprismen s tisch doppeltbrechend, in der Richtun Längsaxe isotrop, sie stimmen nach SEYLER in Härte, Krystallgestalt (?) u tischem Verhalten mit dem Apatit ü

uerschliffen stellen die durchschnittenen Fasern ein zierliches schachbrett-s Felderwerk aus vier- oder sechseckigen Felderchen dar. Der Schmelz noch von einem sehr harten homogenen Häutchen überzogen und ge-:t, dem Schmelzoberhäutchen (Kölliker). Höhlungen für Ernäh-flüssigkeiten bilden im Schmelz unregelmässige Spalten, in welche sich ne Zahnröhrchen einzusenken scheinen.

n chemischer Beziehung ist das Zahnbein mit der Knochen-ınz identisch. Zahnbein und Cement enthalten dieselben Mineral-ıdtheile wie die Knochen, eingelagert in eine organische leimgebende lmasse. Die Scheide der Zahnröhrchen löst sich weit schwerer als die e Zahnsubstanz. Das Zahngewebe ist etwas wasserärmer als das Knochen-ɔe. Der Zahnschmelz ist das an anorganischen Stoffen reichste Gewebe hierischen und menschlichen Körpers und zugleich die härteste normale anz im Körper des Menschen und der höheren Thiere. Die organische lsubstanz liefert keinen Leim (Hoppe-Seyler), sondern gibt die Reaktionen orngewebes. Die organische Substanz des Schmelzoberhäutchens schliesst lurch grosses Widerstandsvermögen gegen Säuren und Alkalien an das sche Gewebe an (Kölliker). Im Schmelz ist etwa 1 % Fluor in Verbin-mit Calcium als Fluorcalcium enthalten. Der Wassergehalt des Zahn-s beträgt bis zu 10 %. In Beziehung auf das chemische Verhalten muss llgemeinen auf das bei den Knochen zu Sagende verwiesen werden. Eine litative Analyse (von Bibra) eines Backenzahnes eines Erwachsenen ergab 0 Theilen trocken folgende Zusammensetzung:

	Schmelz:	Zahnbein:
anorganische Substanz	96,41	71,99
organische Substanz	3,59	28,01
organische Grundlage	3,59	27,61
Fett	0,20	0,40
phosphorsaurer Kalk und Fluorcalcium	89,62	66,72
kohlensaurer Kalk	4,37	3,36
kohlensaure Bittererde	1,34	1,08
lösliche Salze	0,88	0,83

:. Aeby fand (ohne Rücksicht auf Fluor) bei wasserfreien Rinderzähnen:

	Zahnbein:	Schmelz:
anorganische Substanz	72,30	96,40
organische Substanz	27,70	3,60
PO_4	40,47	55,15
CO_3	0,97	3,32
Ca	28,74	37,28
Mg	0,15	0,21

rdem noch Spuren von Eisen, Schwefelsäure und Calcium. Hoppe-Seyler hnet daraus folgende Formeln für die Hauptmasse von:

	Zahnbein:	Schmelz:
$Ca_{10}CO_3 6 (PO_4)$	72,06	96,05
$MgHPO^3$	0,75	1,05
organische Substanz	27,70	3,60

n beiden bilde sonach Calciumphosphatcarbonat die Hauptmasse norganischen Bestandtheile neben geringen Mengen Magnesiumphosphat.

In der Zahnpulpa scheint sich Mucin zu finden, da sich ihr Gewebe du Essigsäure nicht aufhellen lässt (FREY).

Die Lymphgefässe der Zahnpulpe sind noch nicht dargestellt.

Die Nerven sind sehr entwickelt. In jede Wurzelöffnung dringt dickerer Zweig der Nervi dentales und ausserdem noch mehrere feinste Rei chen (bis zu 5), die im dickeren Theile der Pulpe ein reichliches Netz bild in dem man Nervenröhrentheilungen findet. Nach ROBIN sollen die feins Fasern frei endigen. TOMES will von den Fasern der Dentinzellen die gro Empfindlichkeit des Zahnbeins ableiten.

Zur Entwickelungsgeschichte der Zähne. — Im Anfang des dritten Monats der I bryonalentwickelung des Menschen entsteht (ARNOLD, GOODSIR, KÖLLIKER, KOLLMANN u. am Ober- und Unterkiefer eine Furche, die »Zahnfurche«. In dieser entwickeln sich nächst in jedem Kiefer 10 freie Papillen, aus denen sich die Milchzähne bilden: Zal papillen (KÖLLIKER). Durch Verwachsung der umgrenzenden Wallpartien werden si »Zahnsäckchen« eingeschlossen, die Anfangs nach oben offen sind. Während des Verwach bildet jedes der 20 Säckchen noch ein Nebensäckchen oder »Reservesäckchen« zur Bildung bleibenden Zähne. Zuerst liegen diese Reservesäckchen über den Säckchen der Milchzä nach und nach rücken sie an deren hintere Seite. Das Elfenbein des Zahns entsteht der Ossification des oberen Theils der Zahnpapille. Der Schmelz ist eine verkalkte A scheidung« der Epithelialzellen des Zahnsäckchens (die das sogenannte »Schmelzorgan« stellen); der Cement wird von dem Zahnsäckchen, das die Stelle von Periost vertritt, echte Knochensubstanz auf die Wurzel des Zahns abgelagert.

Bei Säugethieren ist der Process der Zahnentwickelung ganz analog. Ueber die wickelung der Zähne bei Amphibien und Reptilien wurden unter KÖLLIKER's Leitung von SIRENA Untersuchungen angestellt. Die Zähne der Saurier und des Frosches entwickel in einem Zahnsäckchen in der für den Menschen und die Säugethiere beschriebenen W Bei Siredon und Triton beobachtete er die Entwickelung der Zähne frei in der Schleim welche die Kiefer deckt. Man beobachtet zunächst eine Anzahl grosser, papillenför einfacher Zellen, welche ganz oberflächlich in der den Kiefer bedeckenden Schlei ihre Lage haben, nur an der oberen Seite mit einer Schicht rundlicher Epithelialzellen be sind. Etwas später zeigt sich dort eine durchsichtige Lage von der Form einer kleinen K welche die erste Anlage des Zahnbeins darstellt; später erscheinen auch im Umkreis der soweit sie das Zahnbein berührt, kleine fadenförmige Verlängerungen, die ersten Spur Zahnfasern mit den Zahncanälchen. Das wachsende Zahnbein gelangt endlich an die Bas »zahnliefernden Zelle«, und indem das angrenzende Bindegewebe verknöchert, wird der mit dem Zahne zu einer Masse verbunden. Letzterer wächst noch in die Länge und d bricht das ihn deckende Epithel.

Zur ärztlichen Untersuchung. — Zahndurchbruch und Zahnwechsel. Ordnung, in welcher die Zähne hervorbrechen, ist in gerichtlicher Beziehung für die annäh Bestimmung des Alters wichtig. Doch ist die Ordnung keine absolut gleich bleibende. Zahndurchbruch erfolgt in der Regel gruppenweise zu zweien. Mit dem siebenten Le monat treten die inneren Schneidezähne des Unterkiefers hervor, worauf die entsprech Zähne des Oberkiefers nach kurzer Zwischenfrist folgen. Einen Monat später folgen die seren Schneidezähne. Im Anfang des zweiten Lebensjahres folgt der erste Backenzahn, Mitte desselben Jahres der Eckzahn, zu Ende desselben der zweite Backenzahn. Mit Durchbruch des zweiten Backenzahnes jederseits und oben und unten ist die Zahl der M zähne (20) komplet. Der Zahnwechsel beginnt im siebenten Jahre, indem Wurzel Körper des Milchzahns bis zur Krone resorbirt werden, unter Einwirkung des »erodire Granulationsgewebes« der Zahnsäckchen (KEHRER, LIEBERKÜHN). Der erste bleibende Zah der neu sich bildende erste Mahlzahn, worauf der eigentliche Wechsel der Milchzähne erf

mittel fähig wird. Es sind Fälle beobachtet, wo im höchsten Alter neue Zähne zum
ch kamen, theils schon in der Jugend vorgebildete, theils vielleicht neu entstandene?

er die Veränderungen des Schmelzes im Alter: Abnützen der Zähne, war Rede. Durch starke Temperaturwechsel, Druck, Stoss beobachtet man häufig das von Rissen, Spalten im Schmelz, welche bis auf das Zahnbein durchgehen und Gezur Ansiedelung zahlreicher niederer Organismen: Spaltpilze, Bacterien geben, s Zahnbein angreifen, indem sie seine organische Substanz zerstören. Dieser Vornächst also kein entzündlicher.

rergleichenden Anatomie. — Die Papillen der Schleimhaut der Mundönnen zu Zähnen umgebildet werden, und zwar nach LEYDIG auf zweierlei) durch Verhornung ihres Epithels. Von dieser Art sind die Hornzähne des on und die des Ornithorhynchus u. a. 2) durch Verkalkung der Bindesubstanz. Fischzähnen hatte man zuerst erkannt, dass sie mit Zahnsubstanz überzogene es Zahnfleisches, Gaumens, der Zunge etc. seien. Ossificirt nur das freie Ende der ppenartig, so bleibt der Zahn beweglich, greift die Umkalkung tiefer, etwa bis zur Papille und zum Bindegewebsstratum der Schleimhaut selber, so erscheinen die lem die verknöcherte Mucosa mit dem darunter liegenden Knochen verschmilzt, als ire Auswüchse des Knochens. Bei den Fischen erhebt sich überall die Schleimhaut öhle zu sehr starken, leicht ossificirenden Papillen; hier tragen nicht nur Zwischen-, Unterkiefer, sondern auch Gaumenknochen, Pflugschaar, Keilbeinkörper etc. Zähne. der Fische und Amphibien und Reptilien bestehen nur aus verknöchertem Bindeur aus Elfenbein und Zahnbein. Bei vielen Fischen ist der ganze Zahn solid, ohne chmelz und Cement mangeln den Zähnen der niederen Wirbelthiere: diese ostanzen kommen zum Zahn nur, wenn sich dieser in einem Zahnsäckchen bildet , was bei einigen Sauriern und den Säugethieren geschieht. Doch fehlt auch bei und den Stosszähnen der Elefanten der Schmelz. Bei einigen Thieren ist das Zahnhaltig (im Stosszahn des Elefanten, beim Faulthier, in den Schneidezähnen einiger ie starke Papillarentwickelung der Schleimhaut der Mund- und Rachenhöhle bei den streckt sich bei einigen Fischen auch auf die Schlundschleimhaut, deren Papillen artig verknöchern können (LEYDIG). Complicationen im Bau der Zähne

gern in der Regel zu einem engen Canal. Die Schneidezähne (vielfältig auch die Backenzäh der Nager besitzen offen bleibende Zahnhöhlen; dadurch wird ein Fortwachsen des Zahnes möglicht, wie es bei den Schneidezähnen dieser Ordnung die Regel ist (Gegenbaur).

Die Bewegung des Kiefers und der Schluckakt.

Die Kieferbewegung geschieht durch eine durch beide Kiefergelen gelegte horizontale Axe; das Anpressen wird durch den Masseter, Tempora und Pterygoideus internus, das Oeffnen der Kiefer durch die Wirkung des v deren Bauches des Digastricus, Mylohyoideus und Geniohyoideus, unterstü durch die Schwere des Unterkiefers, besorgt. Für die Zermalmung müs die Zahnreihen nach vorne und hinten sowie seitlich unter gleichzeitig erf gendem Zusammenpressen an einander verschoben werden. Da nur der Unt kiefer frei beweglich ist, so beruht das Zermalmen nur auf seiner Bewegu welche durch die Wirkung des Pterygoideus externus jeder Seite erze wird. Diese Bewegungsfähigkeit wird dem Kiefergelenke durch seinen aus beschreibenden Anatomie bekannten eigenthümlichen Bau ertheilt. Die K muskeln werden vom Trigeminus, vor Allem vom Nervus crotaphyticob cinatorius des Ramus maxillaris inferior, versorgt.

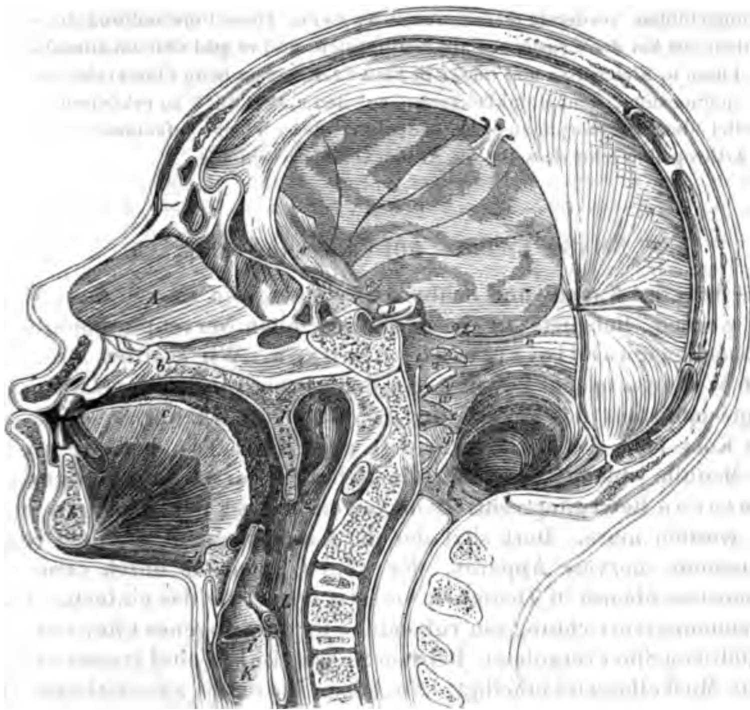
Nach dem Kauen und Einspeicheln folgt die Bildung des Bisse indem von den Seiten her die durch den Speichel in einen formbaren Brei wandelten Stoffe auf den Zungenrücken geschoben werden. Dieser höhlt löffelförmig aus und presst sich an den harten Gaumen an, wodurch dem Bi eine ellipsoidische Gestalt ertheilt wird.

Schluckakt. Indem dieses Andrücken der Zunge von der Spitze g die Wurzel fortschreitet, wird der Bissen immer weiter nach hinten gesch bis hinter den vorderen Gaumenbogen. Dieses Andrücken wird nur an Zungenspitze von der eigentlichen Zungenmuskulatur, in der Mitte durch flachen des Mundhöhlenbodens in Folge der Zusammenziehung des Mylo deus, an der Wurzel durch den Styloglossus besorgt. Ist einmal der Bi hinter den vorderen Gaumbogen, so legen sich diese durch den Musc. pal glossus an die Zunge an und schliessen die Mundhöhle von der Rachenh in der sich nun der Bissen befindet, vollkommen ab (Dzondi). Gleichzeitig w den die inneren Nasenöffnungen, Choanen, durch das Anlegen des Gaum segels an die hintere Rachenwand geschlossen, was theils aktiv durch die L tores palati mollis, theils passiv durch den Druck des Bissens erfolgt. Dad dass der Kehldeckel aktiv über den Kehlkopfeingang durch seine Muskeln Thyreo- und Aryepiglottici — herübergelegt wird, wird auch letzterer geschlossen (Czermak). Fehlt der Kehldeckel, so kann auch noch durch C traction der Stimmritze ein Kehlkopfverschluss hervorgerufen werden (Fig.

Da alle sonstigen Oeffnungen geschlossen sind, bleibt dem Bissen nur Weg in den Schlundkopf, der dem herabgleitenden Bissen entgegenkommt einer gleichzeitigen, von aussen sichtbaren Hebung des Kehlkopfes. Aus Schlundkopf übergibt ihn eine Zusammenziehung des Schlundschnürers an Speiseröhre, welche sich oberhalb und um den Bissen zusammenzieht, so durch die Contraction der Bissen von oben nach unten fortgeschoben wird. bald der Bissen fortgerückt ist, erweitern sich die vorher contrahirten Part

›iseröhre wieder, während die direct über dem Bissen liegenden sich ıenziehen, so dass die Contraction wie die Bewegungen eines Wurmes, örmig« von oben nach unten in der Speiseröhre verläuft. Ganz analoge ıngserscheinungen finden sich auch am Magen und Darm und werden ·istaltische bezeichnet. Diese Bewegungen sind ganz regelmässig, auf sammenziehung eines höher gelegenen Stückes folgt die eines tiefer en. Ist der Modus der Bewegung wie bei krankhaften Verhältnissen ›hrt, so bezeichnet man sie als eine antiperistaltische.

Fig. 80.



ertikaler Durchschnitt der Mund- und Rachenhöhle. *A* Septum narium, *b* durchsägter Kiefer, Zunge, *d* Gaumensegel, *e* Uvula, *f* die Mündung der Tuba Eustachii, *g* Weg aus dem unteren heile des Schlundkopfes zu dem oberen Theile und den Choanen, *h* Epiglottis, *K* Kehlkopf, *L* Schlundkopf, *o—z* Hirnnerven.

vergleichenden Physiologie und Anatomie. — Die Kauwerkzeuge der stehen in genauester Beziehung zu ihrer Nahrung. Bei den fleischfressenden, nament- reissenden Thieren sind die Eckzähne stärker ausgebildet und die Nahrung wird ı diesen Zähnen und den Klauen zerrissen. Bei den Wiederkäuern sind die Backen- ›ei den Nagern die Schneidezähne besonders ausgebildet. Bei den Carnivoren be- ›n sich die Bewegungen des Kiefers fast allein auf ein Heben und Senken, wodurch ı den schneidenden Backenzähnen die feste Nahrung zerschnitten wird. Bei dem äuer sind die seitlichen Bewegungen sehr ausgedehnt, bei den Nagern die Vor- und rtsbewegungen. Damit steht die Gestalt der Gelenkhöhlen und Gelenkköpfe in voll- ıem Einklang. Bei den Carnivoren stehen sie quer, und die Gelenkköpfe liegen genau ıgen, ziemlich tiefen Gelenkhöhle; bei den Wiederkäuern sind sie ziemlich rundlich

und mithin sehr beweglich; bei den Nagern haben sie eine Richtung von vorn na
und es können sich die Gelenkköpfe in dieser Richtung leicht auf der Gelenkfl
schieben. Die Temporales und Masseteres sind bei den Carnivoren, die Pterygoid
Wiederkäuern besonders stark entwickelt, was mit den hauptsächlichsten Beweg
Kiefer im Zusammenhang steht. Die stark entwickelten Jochbogen und die grossen
gruben der Carnivoren bieten jederseits ansehnliche Anheftungsflächen für Temp
Masseter, während bei den Wiederkäuern die Processus pterygoidei, von dener
pterygoidei entspringen, eine ungewöhnliche Entwickelung zeigen. Der Mensch ni
diesen Verhältnissen eine mittlere Stellung ein (DONDERS).

Die Kauorgane der Arthropoden bewegen sich nicht in vertikaler, s
horizontaler Richtung gegen einander, sie sind nichts Anderes als bald zum Kauen,
Saugen umgebildete vorderste Gliedmassenpaare. Diese Umwandlung der Gl
in Mundtheile ist bei den Crustaceen am deutlichsten, und es gibt sich die allmälige
tung der Füsse in Kieferfüsse und dieser in Kiefer z. B. schon beim Flusskrebs, nocl
Limulus moluccanus, dem Molukkenkrebs, auf den ersten Blick zu erkennen, so
kein Zweifel über die morphologische Bedeutung dieser Theile aufkommen kann
übrigen Arthropoden lehrt dasselbe die Entwickelungsgeschichte.

Nervöse Einflüsse auf Kauen und Schlucken.

Die Acte des Kauens und Schluckens sind, soweit sie von dem Wi
geleitet werden, Beispiele für die in der speciellen Nervenphysiologie
besprechenden coordinirten Bewegungen. Wir werden uns r
einzigen Willensantriebes bewusst, der den ganzen vergleichsweise con
Muskelmechanismus des Kauens und Schluckens in Thätigkeit setzt.
VAN DER KOLK fand das Centrum der coordinirten Kaubewe
in der Medulla oblongata, wohin die Mehrzahl derartiger Bewegung
(der unteren Bewegungscentren im Gegensatze zu den oberen im
verlegt werden muss. Dort sitzt der die Kaumuskeln direct und reg
beeinflussende nervöse Apparat, der vom Gehirn aus durch einen
Willensanstoss ebenso in Thätigkeit versetzt wird, wie das einfache Ab
einer Hemmungsvorrichtung ein ruhendes oder aufgezogenes Uhrwerk z
mannigfaltigen Spiel veranlasst. Bei dem Schluckakte sind grösstenthe
gestreifte Muskelfasern betheiligt. Sie haben ihr erstes automatisches
ebenfalls in der Medulla oblongata und zwar in den Oliven (SCHR. v. I

Ausser den uns aus der Anatomie bekannten Nerven für die Lip
Kieferbewegungen und die Zunge, agirt für den Rachen der Plexus pha
zu welchem Glossopharyngeus, Vagus, Accessorius und Sympathicus zus
treten. Der Trigeminus setzt den Tensor palati mollis und den Mylo
in Thätigkeit.

Nur bis zu einem gewissen Grade ist der Schluckakt der Willkü
worfen, wir sehen ihn unwillkürlich eintreten, wenn irgendwie d
deckel oder die hintere Fläche des Gaumensegels berührt wird. Au
wenn wir scheinbar mit Willen schlucken, lässt sich doch immer ein
der Reiz nachweisen, ohne den das Schlucken nicht möglich sein wü
muss eine Berührung jener Schleimhautpartien stattfinden, z. B. dur
Speichel, wenn der Schluckakt soll eingeleitet werden können. Es i
zu erproben, dass das »leer Schlucken« nur so lange gelingt, als Speic

schlucken vorhanden ist. Ebensowenig gelingt das Schlucken bei offenem [illegible]nde. Es sind sonach die Schluckbewegungen zu den reflectorischen [illegible]wegungen zu rechnen, da sie wie alle in dieselbe Klasse gehörigen [illegible]kelbewegungen nur auf einen nachweisbaren sensiblen Reiz eintreten. Der [illegible]ille hat vor Allem die Aufgabe, diese reflectorischen Bewegungen recht-[illegible]ig zu hemmen, rechtzeitig die Bedingungen zu ihrem Eintritt zusammen-[illegible]ken zu lassen. Es sind sensible Fasern des Trigeminus, deren Erregung [illegible]ectorisch den Schlingreflex hervorruft (Schr. v. d. Kolk). Schon die reich-[illegible]he Beimischung mucinhaltigen Speichels macht den Bissen schlüpfrig, noch [illegible]r zum Hinabgleiten in der Speiseröhre macht ihn der Schleim geschickt, [illegible] dem er sich bei seinem Vorbeigleiten an den Mandeln und der dortigen an [illegible]eimdrüsen reichen Gegend überzieht. Die normale Bewegung der Speise-[illegible]renmuskulatur erfolgt durch den Vagus (S. 359).

Die Magenbewegungen.

Im Magen verweilen die verschluckten Speisen längere Zeit und müssen [illegible]itig mit der Schleimhaut in innige Berührung gebracht werden, um die [illegible]auenden Wirkungen des Magensaftes zu erfahren. Der Mageninhalt wird [illegible]agen durch den Verschluss der beiden Mündungen zurückgehalten, welcher [illegible]dem ventilartig gebauten Pylorus, Pförtner, aktiv auf Reiz der Magen-[illegible]mhaut durch die sie berührenden Stoffe erfolgt und so fest ist, dass auch [illegible]isch ausgeschnittenen Magen hier keine Stoffe, selbst nicht Flüssigkeiten [illegible]fen. Die Cardia wird ausser durch ihre stark entwickelte Ringmusku-[illegible]auch noch durch eine passive Magenbewegung geschlossen. Je mehr sich [illegible]agen anfüllt, desto mehr dreht sich durch die gegebenen mechanischen [illegible]gungen seine grosse Curvatur, welche bei dem leeren Magen nach abwärts [illegible]ndet ist, nach vorne, so dass die kleine Curvatur, die sonst oben steht, nach [illegible]n gewendet wird; die Drehung erfolgt um eine durch den Pylorus und [illegible]ardia gehende Axe. Dadurch erfährt die Cardia eine Art Knickung, welche [illegible]das Wiederaustreten des Mageninhaltes noch oben hinderlich sein muss. [illegible] ist der Cardiaverschluss immer weniger fest als der des Pylorus.

Die Muskularis des Magens und der Därme. — Am Magen ist die aus organischen [illegible] Muskelfasern bestehende Muskelhaut nicht überall gleich dick. Während sie sich [illegible]ylorus 1,65—2,2 mm dick zeigt, ist sie am Magengrunde ganz dünn (0,6—0,7 mm). Sie [illegible] aus drei aber unvollständigen Schichten. Nach Kölliker liegen zu äusserst Längs-[illegible]rn, die theils als Ausstrahlung eines Theils der Längsfasern des Oesophagus zu betrach-[illegible]d, von dem aus sie sich an der kleinen Curvatur bis zum Pylorus erstrecken, wo sie [illegible] Rüdinger einen eigentlichen Dilatator des Pylorus bilden, indem sie sich zwischen [illegible] Ringfasern einschieben und diese schlingenförmig umgreifen, während die anderen an [illegible]vorderen und hinteren Magenwand und an der oberen Seite des Fundus frei auslaufen; [illegible] als selbständige Fasern an der rechten Magenhälfte, von wo sie straff ausgespannt auf [illegible]odenum übergehen. Von der rechten Seite der Cardia an finden sich Ringfasern, [illegible] Pylorus, wo sie am stärksten entwickelt den Sphincter pylori bilden. Zu in-[illegible] liegt die Schicht der schiefen Fasern, die den Fundus schleifenförmig umfassen und [illegible]r Vorder- und Hinterfläche des Magens schief gegen die grosse Curvatur sich wenden, [illegible] zum Theil mit elastischen Sehnen an der Aussenseite der Schleimhaut sich ansetzen, [illegible] sich unter einander verbinden (Fig. 81).

[illegible]er Darmcanal besitzt lediglich Längs- und Querfasern. Die erstern finden sich nur

an dem vom Gekröse freigelassenen Rande deutlicher, während die letzteren ein mene Schicht bilden, die aber nicht in die KERKRING'schen Falten hineintritt. Am D sind die Längsfasern wesentlich auf die drei 9—18 mm breiten Muskelbänder, Liga beschränkt, die am Coecum beginnen und am S-romanum in zwei Längsbündel ; fliessen, welche die Längsfaserschicht des Rectum bilden. Die Mastdarm-Mu ist 2 mm dick und noch dicker, liegen die hier im Gegensatz z Darmstücken stärkeren Län aussen, die Ringfasern innen. I etwas dickere Ende der Ringfas Sphincter ani internus, mit der quergestreifte Sphinct nus und Levator ani sich ver

Fig. 81.



Magen des Menschen, verkleinert. *a* Oesophagus mit den Längsfasern. *tr* Querfasern (zweite Lage) grösstentheils abpräparirt. *tr'* Querfasern am Fundus, *o* Fibrae obliquae, *p* Pylorus, *d* Duodenum.

Von den Bewegungen gens, welche zur Mischung der ihm beitragen sollen, ist wenig zu Ein frisch blossgelegter Magen e Verdauung eben getödteten Thier öfters ziemlich gleichmässig fest Inhalt angepresst. Doch sieht ma wöhnlicher peristaltische Beweg unten), von denen man nach ält achtungen anzunehmen pflegt, im Magen enthaltenen Stoffe v des Magens an der grossen Curva ben hin und von da an der kleine zurückbewegen. Sicher drückt stets die allgemeine peristaltische Contraction der kulatur gegen den Pylorus an, dessen fester Verschluss anfänglich den Durchtritt v verwehrt. Ziemlich bald schon treten in kleinen Mengen flüssige Stoffe durch einiger Zeit erfolgt pausenweise eine Eröffnung der Klappe, welche auch den f und festen Stoffen den Durchtritt gestattet. BUSCH und BRAUNE beobachteten an Dü fisteln, dass ein Theil der in den Magen gelangten Speisen, namentlich die mehr gen in 15—20 Minuten in den Dünndarm übertreten. Die Durchwanderung des I braucht normal mehrere Stunden.

Der Verschluss an der Cardia ist von Anfang an nicht so fest, wie der am In grösserer Menge in den Magen hinabgeschluckte Gase, z. B. nach dem Genuss v säurehaltigen Getränken, können hier als an dem höchstgelegenen Orte wieder e was aber wohl nie ohne eine Mitwirkung der peristaltischen, den Inhalt press wegungen der Magenmuskulatur erfolgt. Wenigstens geschieht das Entweichen mit einiger Gewalt, so dass öfters geringe Flüssigkeitsmengen mit aus dem Ma Oesophagus gerissen werden, die dann durch ihre saure Beschaffenheit zu jenem I Gefühl in der Speiseröhre Veranlassung geben können, welches meist das »Aufs Ructus begleitet.

Die Bewegungen des Magens sowie der Verschluss (und die Eröffn Pförtners werden zweifelsohne reflectorisch durch den Reiz der in den Ma ten Stoffe erzeugt. Damit steht es in Zusammenhang, dass sie um so stärker auftret siver die reizende Ursache einwirkt. Flüssigkeiten reizen die sensiblen Magen gewöhnlich nur in geringem Grade, so dass also auch der von den Gefühlsner Bewegungsnerven reflectirte Bewegungsanstoss nur gering ist und geringe Muskelco hervorruft. Oft schon nach wenig Minuten verlassen verschluckte Flüssigkeiten durch den Pförtner. Festweiche oder feste Stoffe rufen kräftigere Contractionen und Klappenschliessmuskulatur hervor. Wir sehen, wie innig auch hier das I

ler verschiedenen Thätigkeiten desselben Organes sich zeigt. Die festen Stoffe be-
u ihrer Verdauung ein längeres Verweilen im Magen und eine gesteigerte Absonde-
n Magensaft. Der sensible Reiz, den sie auf die Schleimhaut durch mechanische
ausüben, erzeugt nicht nur die geforderte stärkere Absonderung (wir sahen auf ex-
telles Reiben an der Schleimhaut den Magensaft reichlich hervortreten), wir sehen
n sensiblen Reiz sich auch auf die Bewegungsnerven des Magens reflectiren; starke
ionen des Pylorus sind die Folge, welche die Magenöffnung langdauernd fest ge-
n halten, so dass auch die zweite Forderung für die Magenverdauung erfüllt wird und
n Stoffe mehrere Stunden lang im Magen verweilen können.

Nervenmechanismen der Magenbewegungen. Aus den Beobachtungen
vor, dass der Magen seine nervösen Bewegungscentralorgane, auf
rregung seine geordneten Bewegungen erfolgen, in sich selbst besitzt, denn
ausgeschnittenen Magen sehen wir sie noch in regelmässiger Weise auftreten. Ausser
nen im Magen gelegenen centralen Bewegungsorganen, als welche die von Meissner,
a u. A. beobachteten zahlreichen Ganglien in der Bindegewebsschicht des Magens
ıchen werden dürfen, erhält der Magen auch noch Zweige von Vagus und Splanchni-
rch vielfache Beobachtungen hat sich, wie es scheint sicher, herausgestellt, dass der
ı Bewegungen vom Vagus veranlasst werden könne, am leichtesten dann, wenn die
n selbst gelegenen nervösen Centralorgane im Zustande erhöhter Erregbarkeit
nden. Dieses ist z. B. der Fall, wenn der Magen schon einige Zeit im Zustande der
ng begriffen war. Es erfolgt dann auf Vagusreizung entweder eine einfache peristal-
ontraction oder eine Zusammenziehung, welche von der grossen Curvatur zur kleinen
· herüberläuft (Bischoff). Dasselbe beobachteten van Braam, Houckgest und Sanders
gesteigertem Blutdruck und Anfüllung der Magengefässe mit arteriellem oder venösem
schem) Blute (cf. Darmbewegungen). Die eben angeführte Beobachtung ist auch da-
Bedeutung, weil sie uns ein Fingerzeig wird in einem der dunkelsten Gebiete der Ner-
iologie. Sie zeigt uns, dass zum Zustandekommen gewisser auf nervöser Grundlage
der organischer Aktionen es nicht genügend ist, dass der anatomische Mechanismus
en sei, sondern dass sich die nervösen Organe in dem Zustande der Erregbarkeit
müssen, der zweifelsohne zunächst einer bestimmten chemischen Zusammensetzung
n entspricht. Durch die sensible Erregung von der Magenschleimhaut her müssen
glienzellen erst in Thätigkeit versetzt werden, diese ruft eine durchgreifende chemisch-
ische Aenderung derselben hervor, welche die Schranken gleichsam niederreisst, die
ı Hereinbrechen eines Reizes von den allgemeinen centralen Nervenapparaten wider-
Der Reiz, welcher vorhin zu schwach war, Bewegung auszulösen, ist dazu nun im
da die Bewegungshemmung verschwunden ist. Dadurch, dass chemisch-physikalische
ıngen in nervösen Organen eintreten, sehen wir, da sich jene Umwandlungen theil-
ıf sie übertragen, auch Nachbarorgane zur Thätigkeit geschickt werden, und wir be-
so, wie Mitbewegungen, coordinirte Bewegungen etc. so leicht erfolgen
Zu den Momenten, welche die Erregbarkeit der Magenganglien erfordert,
ıuch, wie bei allen Nerven, eine bestimmte Temperatur. Der leere ausgeschnittene
kommt in Bewegung, wenn man ihn bis 25°C. erwärmt (Calliburces).
:h den Versuchen von Goltz über die Bewegung der Speiseröhre und des

den, sodass sie dann auf kaum bemerkbare Reize schon mit Contractionen der Muskulatur an worten. Uebermässig starke Reizung der betreffenden Stellen der Nervencentralorgane wird durch vorübergehende oder dauernde Lähmung derselben in dem gleichen Sinne. Bei Säugethieren sah man bisher nur in seltenen Fällen auf Vagusdurchschneidung Krampf der Speiseröhre (SCHIFF), meist ist danach das Oesophagusende gelähmt und wird, da es keine Bewegungen zum Weiterschaffen mehr macht, von den aufgenommenen Speisen angefüllt und ausgedehnt. GOLTZ' Versuche werfen Licht auf die Beeinflussung des Magens und der Speiseröhre durch Gemüthsbewegung und Schmerzen am Menschen (Erbrechen, Gefühl der Zusammenschnürung etc.).

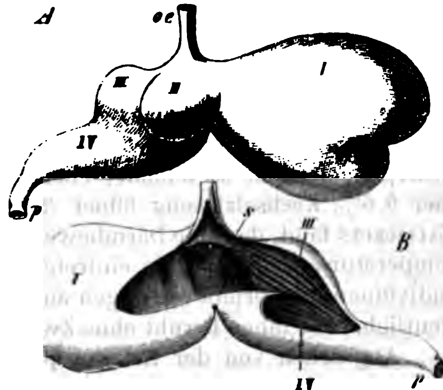
Zur vergleichenden Anatomie (cf. S. 303). — Der Darmcanal der Wirbelthiere zerfällt im Allgemeinen in den Anfangsdarm: mit Schlund und Magen, den Mitteldarm oder Dünndarm und den Enddarm oder Dickdarm mit Coecum und Rectum. Bei Amphioxus, den Cyclostomen und dem Proteus verläuft das Darmrohr wenigstens äusserlich ziemlich gleichmässig; die Unterschiede treten fast nur in der Schleimhaut der verschiedenen Abschnitte hervor. Bei den Fischen geht auch sonst meist die weite, längsgefaltete Speiseröhre ohne deutliche Grenze in den Magen über, der gewöhnlich einen nach hinten gerichteten Blindsack besitzt. Bei den Amphibien findet sich meist ein deutlicher Magen, der sich bei einigen quer zu stellen beginnt. Unter den Reptilien verläuft bei Schlangen und Eidechsen der wenig differenzirte Magen gerade, bei Schildkröten und Krokodilen finden sich dagegen höhere Entwickelungszustände, bei Schildkröten zeigt sich eine grosse und kleine Curvatur; der sackartige Magen der Krokodile erinnert durch sehnige Scheiben auf der Muskelfläche an den Vogelmagen. Bei den Vögeln, die noch meist die schon oben besprochene Erweiterung der Speiseröhre, den Kropf, besitzen, zerfällt der Magen in zwei Abschnitte, in den sogenannten Vormagen oder Drüsenmagen (Proventriculus), der als eine drüsenreiche Erweiterung der Cardia erscheint, und in den Muskelmagen. Bei den pflanzenfressenden Vögeln bilden die Muskelwände des Magens zwei starke muskulöse Schalen von glatten Fasern, die mit Hülfe der oben erwähnten fester werdenden, die Mageninnenfläche mit einer schwieligen Schicht bedeckenden Drüsensekrete, unter Mitwirkung verschluckten Sandes, zur Zermalmung der aufgenommenen Nahrung beitragen können. Der Dickdarm ist kurz und eng, an seinem Anfang stehen zwei Blinddärme. Mastdarm und Ausführungsgänge der Harn- und Geschlechtsorgane öffnen sich in eine gemeinsame Kloake.

Bei den meisten Säugethieren ist der Magen einfach, besonders bei den fleischfressenden. Auch bei den auf Pflanzennahrung angewiesenen Einhufern ist der Magen einfach, die Portio cardiaca zeigt aber noch das Epithel der Speiseröhre. Bei dem Hamster, der Wasserratte zerfällt der Magen in zwei deutlich geschiedene Hälften. Bei dem Riesen-Känguruh unterscheidet man drei, bei den Faulthieren vier Abtheilungen. Auch einige Affen haben zusammengesetzten Magen. Bei den Cetaceen kommt ein zusammengesetzter Magen sowohl bei den fleischfressenden als den pflanzenfressenden vor. Am bekanntesten sind die zusammengesetzten Magen der Wiederkäuer (Fig. 82). Hier finden sich vier Magen, nur der letzte gleicht durch seine Schleimhaut und Magenabsonderung dem Magen der meisten übrigen Säugethiere: Labmagen (Abomasus). Die drei ersten Abtheilungen sind mit dem Epithel der Speiseröhre bekleidet und stehen somit auf analoger Stufe wie die Portio cardiaca der Einhufer. Alle drei dienen zur vorläufigen Erweichung der vegetabilischen Nahrung unter Einwirkung des Speichels. Der Wanst (Pansen, Rumen) ist die erste, grosse Abtheilung, seine innere Oberfläche zeichnet sich durch viele platte Warzen aus. Die zweite kleinere Abtheilung ist die Haube (Netzmagen, Reticulum) mit zellenförmigen, gezähnelten Falten der inneren Haut; sie steht mit der ersten Magenabtheilung in einem weiten Zusammenhang. Im dritten Magenabschnitt, dem Blättermagen (Omasus, Psalter, Buch), bildet die Schleimhaut eine grosse Anzahl hoher Längsfalten, die wie die Blätter eines Buchs neben einander sich erheben. Aus den beiden ersten Magen gelangt das erweichte Futter wieder in den Mund zurück, erst nachdem es wiedergekaut und fein zerkleinert ist, gelangt es an den beiden ersten Magen vorbei sogleich in den dritten und vierten. Indem die Rinne, durch welche die ers

der Speiseröhre zusammenhängen, sich schliesst, bleibt für den Bissen nur der beiden letzten Magen (J. Müller).

tteldarm wird bei den Wirbelthieren von dem Anfangsdarm meist durch die ringlorus-Klappe des Magens abgegrenzt. In Beziehung auf Länge des Darmes ie grössten Unterschiede, indem fresser einen kurzen, aus wenig ı bestehenden, die Pflanzenfresser r langen Darm besitzen. Dass ermehrung der Magenabschnitte, Verlängerung des Darms bei ızenfressern auf die bedeutenıt der Verdauungsorgane zur Beder vegetabilischen Nahrung beaus der merkwürdigen Umwandır, welche die Larven der ungen Amphibien zeigen. Diese Larven Pflanzennahrung; ihr Darm ist , in spiralige Windungen gelagerte Das ausgebildete Thier lebt von Nahrung; in den letzten Larvenllt sich eine Reduction des Darms ch auf wenige Schlingen verkürzt. zenfressenden Säugethiere leben t nach der Geburt von animalischer von Milch. Der erste Magen der uer ist klein, so lange sie von Milch leben, und wächst erst mit der wachsenden Arhm zufällt bei dem Nahrungswechsel. Derselbe Unterschied zwischen pflanzenhfressenden Thieren findet sich in Beziehung auf den Darm auch bei den Vögeln. ıchen ist, wie gesagt, der Darm meist kurz; hier treten zuweilen compensatorische Vorı ein durch zahlreiche Schleimhautvorsprünge; bei den Rochen und Haifischen z. B. ere Wand des Mitteldarms durch eine spiralige Falte ausgezeichnet, die ihn in zahlmgängen durchsetzt: Spiralklappe. Der Unterschied zwischen Mittel- und Endinnem und dickem Gedärm) ist bei den Fleischfressern viel weniger ausgeprägt als lanzenfressern. Der Grimmdarm ist bei den meisten Pflanzenfressern sehr weit und Blinddarm ist bei Fleischfressern meist äusserst klein, bei Einhufern, Wiederd den meisten Nagern ungemein lang, beim Pferd 0,8, beim Biber 0,6 m. Bei Dasyurus Beutelthieren findet sich dagegen weder Blinddarm noch ein Unterschied zwischen d Dickdarm.

Fig. 82.



Magen einer Antilope. *A* Von vorne gesehen. *B* Von hinten geöffnet. *oe* Speiseröhre. *I* Rumen. *II* Netzmagen. *III* Blättermagen. *IV* Labmagen. *p* Pylorus. *s* Schlundrinne.

len Darmeinrichtungen der Wirbellosen war schon oben S. 304 die Rede. Hier och einmal hingewiesen auf die Zahngerüste im Magen der Krebse und r Insecten (Orthopteren). Bei einigen fleischfressenden Insecten kommt ein zugesetzter Magen vor. Im Allgemeinen besteht der Darmcanal der Insecten eiseröhre, dem Saugmagen (nur bei Hymenopteren, Schmetterlingen, Zweiflüglern), ı Muskelmagen im Innern mit Zähnen oder Hornleisten besetzt (bei den fleischı Käfern und den meisten Orthopteren) und dann dem Darm, der nach der Drüsennoch in zwei Abschnitte zerfällt (J. Müller).

Die Dünndarmbewegungen.

fnet man ohne weitere Vorsichtsmassregeln bei einem eben getödteten ere den Unterleib, so sieht man nach kurzer Zeit die vorher ziemlich

ruhigen Därme in lebhafte Bewegungen gerathen. Diese Bewegungen beginn als Contractionen an einer Darmstelle; die Zusammenschnürung schreitet ül die Schlingen fort, indem sie den Darminhalt, Gase manchmal mit hörbar Geräusche, vor sich hertreibt, indem sich stets die höher gelegenen Stell wieder erweitern. Die Bewegung wird so lebhaft, dass sich scheinbar ei Schlinge über oder unter der andern hin- und herschiebt, stets wieder, wie erscheint, durch Berührung die anliegenden Schlingen zu gleich lebhafter B wegung anreizend, so dass der Darm den Anblick vieler durch einander kri chender dicker Würmer darbietet. Die deutsche Bezeichnung »wurmförmig« somit für die peristaltischen Bewegungen gut gewählt (S. 355).

Innerhalb der nicht geöffneten Leibeshöhle sind die peristaltischen Dar bewegungen nicht so lebhaft, ebenso wenn man den Bauch unter 38° C. w mer 0,6% Kochsalzlösung öffnet (Sanders Ezn und van Braam Houckgees Caliburces fand, dass die Darmbewegungen etwas unter der normalen Körp temperatur am lebhaftesten eintreten. Man sieht unter Umständen bei mage Individuen die Darmbewegungen auch durch die dünnen Bauchdecken hindu deutlich. Auf ihnen beruht ohne Zweifel das Fortrücken des Inhaltes im Dar

Abgesehen von der Art der peristaltischen Contractionen selbst, weld da sie von oben nach unten fortschreiten, ein Ausweichen des gepressten i haltes nach oben schon für sich allein erschweren, hindern dieses auch n die klappenförmig gestellten Kerkring'schen Falten der Schleimhaut, die üb dies noch als Oberflächenvermehrung der Darmschleimhaut analog den Z und Lieberkühn'schen Drüsen anzusehen sind. Ist einmal der Inhalt bis in Dickdarm vorgerückt, so verhütet die Bauhin'sche Klappe am Coecum Rücktritt. Im Dickdarm selbst scheinen für gewöhnlich die peristaltischen wegungen sehr gering zu sein. Dort verweilt der Darminhalt offenbar eine hältnissmässig lange Zeit, welche hinreicht, um ihn, vor Allem durch fortg den Wasserverlust, in Koth umzuwandeln.

Die Darmbewegungen erfolgen normal auf reflectorischem Wege, ind die Muskeln von der durch den reizenden Inhalt und durch den vom In ausgeübten Druck erfolgenden sensiblen Darmschleimhauterregung aus Thätigkeit versetzt werden. Da auch der ausgeschnittene Darm sich noch ristaltisch bewegen kann, da auch nach Zerstörung des Rückenmarks und hirns bei Fröschen die Verdauung noch ihren regelmässigen Gang geht, so es bewiesen, dass die nächsten nervösen Centralorgane, welche diesen Vorg gen vorstehen, in dem Darme selbst gelegen sind (Ganglien). Doch sch der Vagus, wie die Speiseröhre und den Magen, so auch den ganzen Darm Bewegung setzen zu können. E. Weber und H. Helferich haben diese Wirk des Vagus am nur quergestreifte Muskelfasern besitzenden Darm von Ti nachgewiesen, für Säugethiere hat sie neuerdings v. Braam Houckgeest sid gestellt.

Pflüger hat gefunden, dass die Darmbewegungen noch andere nerv Einflüsse von aussen her und zwar vom Splanchnicus aus erfahren. fand, dass auf Reizung des Splanchnicus und des Brusttheils des Rück marks die peristaltischen Bewegungen der Gedärme aufhören. Der Splan nicus ist ein Hemmungsnerv für die Darmbewegung. Wir werden find dass dieses überraschende Verhalten, dass auf Nervenreiz eine vorhandene

g vernichtet wird, in den organischen Vorgängen nicht einzig dasteht rzbewegung, Vagus).

ie antiperistaltische Bewegung des Darmes kommt normal beim lebenden nicht zur Beobachtung. Lokale künstliche Reizung (mechanische oder electrische) n beim lebenden Thiere nur lokale Contractionen. Partielle Einschnürungen werden geleitet durch Bewegungen der longitudinalen Muskelfaserschicht: Pendelbeıg des Darms (der Autoren), die von den eigentlichen wurmförmigen, den Roll:ungen des Darms zu unterscheiden ist. RÜDINGER zeigte, dass der Splanchnicus ympathischen auch cerebrospinale Fasern erhält. Colon und Rectum erhalten motoınd sensible Fasern von dem die Art. mesent. inf. umspinnenden Plexus, aus dem unheil des Rückenmarks.

Beobachtung PFLÜGER's über die hemmende Wirkung der Splanchnicus-Reizung ı S. MAYER und v. BASCH, BRAAM HOUCKGEEST wie fast alle Experimentatoren, die über Gegenstand arbeiteten, bestätigen. Die beiden Ersteren erklären den Erfolg bedingt von nwirkung der Reizung auf die Gefässnerven; nur wenn durch die Reizung Gefässe des sehr verengt werden und dadurch die Zufuhr des reizend wirkenden venösen Blutes nitten sei, trete die hemmende Wirkung ein. Sie wollen eine analoge hemmende ng auch gesehen haben, so dass im Gang befindliche spontane Darmbewegungen in ıder Weise sich beruhigen, auf Kompression der Aorta, auf Aussetzen der Respiration Vagusreizung. VAN BRAAM HOUCKGEEST sah nach der Durchtrennung (Lähmung) beiınchnici die Därme mit Blut überfüllt und damit ihre Fähigkeit zu Bewegungen ge- Bei Anämie sah auch er die Bewegungen sistirt. Er erklärte die hemmende Wir-r Splanchnici daraus, dass ihre Reizung den Darm anämisch macht, analog wie S. nd v. BASCH (cf. unten). Später sprach er sich für eine noch directere nervöse Gegen- des Splanchnicus gegen die Bewegungsnerven des Darms aus (S. 364).

Sensibilität des Splanchnicus ergibt die Schmerzhaftigkeit aller Operationen G. COLIN fand, dass die Arterien der Eingeweide (Magen, Milz, Leber, Pan-ieren, Darm) empfindlich werden durch die sie umspinnenden Nerven. Die übririen des Körpers sind unempfindlich.

Die chemische Ursache der Darmbewegungen.

Licht auf die inneren Gründe des Zustandekommens der Bewegungen der Darmmus- und damit der Muskelbewegungen überhaupt werfen die oben (auf S. 359 Magenbe-) mitgetheilten Versuche. Es ergibt sich aus ihnen, dass gewisse chemische Verände- des Blutes (das Venöswerden desselben) und damit der Gewebsflüssigkeit, in den ıerven oder Muskeln selbst als einer der letzten Gründe der Darmbewegungen aufgeerden müssen, abgesehen von der directen Reizung der Darmnerven. Verschliesst ı lebenden Thieren die Luftröhre, so beginnen nach den Erstickungskrämpfen mehr eniger starke peristaltische Bewegungen der Därme, welche bei wieder gestatteter Ren verschwinden. Denselben Effekt hat Kompression des Arcus aortae und der Pfortıch Verbluten und leichte Abkühlung der Gedärme. VAN BRAAM HOUCKGEEST sah bei ntritt der Erstickungsanfälle zunächst Aussetzen der Darmbewegungen mit Erbleichen mblutgefässe (durch Reizung des Gefässcentrums), in der Folge füllen sich dann die utgefässe mit venösem Blute an (bei eintretender Lähmung des Gefässcentrums) und innen die Darmbewegungen.

unterliegt keinem Zweifel, dass im normalen Organismus analoge Gründe wirksam . Wer erinnerte sich hier nicht an das Faktum, dass während der Verdauung, während peristaltischen Bewegungen vorzüglich gefordert werden, das Blut der Darmvenen in rtem Maasse venöse Eigenschaften erhält, und mehr Kohlensäure im Gesammtblute vor- ist, wie schon die gesteigerte Ausscheidung dieses Stoffes durch die Athmung beweist?

Während der Anwendung der **Bauchpresse** verschliessen wir die Athemspalte längere Zeit. Es muss daraus derselbe Antrieb auf die peristaltischen Bewegungen resultiren, den eine künstliche Verschliessung der Trachea bewirkt. Es wirkt also die Bauchpresse in zweierlei Sinn befördernd auf die Darmentleerungen ein. Wahrscheinlich ist die Anregung der Darmbewegung das wichtigere von beiden Momenten. Dass es sich bei der Entstehung der Darmbewegungen um Anhäufung reizender Stoffe im Gewebe handelt, geht aus O. NASSE's Beobachtungen hervor, welcher die Darmbewegungen beschwichtigen konnte, indem er die Darmmuskeln durch Durchspritzen von 0,6 procentiger Kochsalzlösung durch ihre Blutgefässe auswusch.

Auch S. MAYER und v. BASCH finden, dass durch die Anwesenheit von venösem Blut im Darm ein erregendes Moment für die irritablen Gebilde desselben gesetzt wird, ohne dass sie die Frage aufwerfen, ob der Grund des Reizes in dem Sauerstoffmangel oder der Kohlensäure des venösen Blutes liegt. Wichtig sind ihre oben erwähnten Beobachtungen, dass die nervösen Einwirkungen von Vagus und Splanchnicus zur Anregung von Darmbewegungen erst eintreten, wenn die reizbaren Gebilde des Darms durch die Einwirkung von venösem Blute erregbarer geworden sind, was in analoger Weise die oben mitgetheilte Beobachtung BISCHOFF's für den Magen ergab. Die hemmende Wirkung des Splanchnicus auf die Darmbewegung (PFLÜGER) wollen sie von Einflüssen der Rückenmarks- und Splanchnicusreizung auf die Gefässmusculatur des Darms ableiten. Diese Annahme, die uns vielleicht einen ersten Einblick in die nervösen Hemmungsvorgänge gewährt, lässt aber nicht nur ihre Deutung zu, dass das venöse Blut immer neu zugeführt werden müsste, um als neuer Reiz zu wirken. Wenn Splanchnicus- oder Rückenmarksreizung die Arterien des Darms ihr Lumen verengern oder verschliessen, so häufen sich im Darmgewebe die »reizenden Zersetzungsprodukte« in gesteigertem Maasse an, da sie durch den Blutstrom nicht mehr entfernt werden. In geringer Quantität sehen wir diese reizend, in grösserer aber Bewegung hemmend, ermüdend wirken, die Hemmung könnte sonach auch in »Ermüdung« begründet sein.

Das Nicotin im Tabak ist ein Erregungsmittel für die Darmbewegungen und befördert dadurch die Darmentleerung. Im Kaffee sind die empyreumatischen Oele, nicht das Kaffeïn ebenfalls in diesem Sinne wirksam (O. NASSE).

Zur Entwickelungsgeschichte des Darms. — Die hintere Darmöffnung wird dadurch gebildet, dass das gemeinsame Darm- und Allantois-Ende: die Kloake, in eine der sechsten bis siebenten Woche von aussen her einsinkende Grube durchbricht. Die gemeinsame Kloake wird in der Folge durch das Hervorwachsen einer Scheidewand zwischen Darm und Allantois: das Perinaeum, in eine besondere Oeffnung für den Darm und für die aus der Allantois sich bildenden Organe getrennt. Der Darmcanal bildet zuerst eine gerade, in seinem ganzen Verlauf ungefähr gleichweite Röhre längs der Wirbelsäule. In der vierten Woche entfernt sich der mit dem Nabelblasengang communicirende Theil des Darms von der Wirbelsäule, wodurch er eine knieförmige Knickung erfährt, in deren aus der Nabelöffnung hervorragende Spitze der bald obliterirende Ductus omphalo-mesaraicus sich einsenkt. Das Stück oberhalb der Darmnabelöffnung wird Dünndarm, das unterhalb gelegene Stück fast ganz Dickdarm. Die Grenze zwischen beiden wird bald durch eine kleine Ausstülpung: den Blinddarm angedeutet. Der Darm reisst sich von dem Bauchnabel los, dessen obliterirender Gangrest als fadenförmiger Anhang des unteren Ileumtheils noch im dritten Monat sichtbar ist. Sehr bald drehen sich die beiden Darmschenkel und bilden eine Schlinge, der bisher untere Darmabschnitt wird dadurch der obere (Dickdarm), der früher obere Darmabschnitt bildet durch Verlängerung des Rohrs und gleichzeitige Verlängerung des Mesenteriums die Dünndarmschlingen. In der Lebergegend entsteht der Magen als bauchige Erweiterung, welche später durch Drehung die Querlage einnimmt, wodurch seinen beiden Curvaturen und dem Fundus ihre Stellung angewiesen wird.

Das Rectum.

;rösseren Pausen, meist nur ein bis zwei Mal in 24 Stunden findet die
·ung des Dickdarminhaltes, des Kothes, statt. Sie erfolgt durch
staltischen Contractionen der sehr entwickelten Muskulatur des Mast-
ınterstützt durch die Wirkungen der Bauchmuskulatur, die sogenannte
›resse (S. 364). Durch die kräftige Einathmung hält man dabei das
ell herabgepresst und verkürzt gleichzeitig alle Bauchmuskeln, wodurch
meiner Druck auf den Bauchinhalt ausgeübt wird, welcher diesen, soweit
eweglich ist, zu der bestehenden Oeffnung hinaus zu pressen strebt.
›im Harnlassen und bei dem Geburtsmechanismus sehen wir
ustreibungsmoment verwerthet.

den Koth austreibenden Kräfte haben den Widerstand der für gewöhn-
:hlossenen Sphincteren des Mastdarmes zu überwinden. Durch die
ion des Levator ani wird das Ende des Mastdarmes über den festen in
ndlichen Inhalt gleichsam hinaufgestülpt, hinaufgezogen, gleichzeitig
ert sie das Herauspressen des Mastdarmes aus der Anus-Oeffnung.

Dickdarmausbuchtungen geben dem Kothe seine charakteristische

rch langanhaltende allzustarke Ausdehnung verliert der Mastdarm seine
it zu Contractionen. Während im anderen Falle die Kothentleerung fast
urch letztere erfolgt, wird bei Erschlaffung der Mastdarmmuskulatur
ch die Bauchpresse zum Austreiben verwendet, der Akt ist dann sehr
ı.

enbar werden auch die Austreibungsbewegungen des Mastdarmes reflec-
durch Reize hervorgerufen, welche auf seine Schleimhaut stattfinden.
ormalen Umständen wirkt der Druck des sich mehr und mehr ansam-
ı Inhaltes als Reiz. Aber auch andere Schleimhautreize können den
ıach Stuhlentleerung hervorrufen, ohne dass Kothanhäufung vorhan-

hat darüber gestritten, ob die Sphincteren für gewöhnlich aktiv durch Muskel-
ɔn geschlossen seien, auch wenn kein Schleimhautreiz stattfindet. Man wollte aus
ıung dieser Frage beweisen, dass den Muskeln ein gewisser ruhender Contractions-
— Tonus — zugeschrieben werden müsse. Die Beobachtung hat diese Frage noch
; aller Sicherheit entschieden, doch scheint es wahrscheinlicher, dass die fragliche
on ihren Grund auch in wechselnder reflectorischer Erregung der betreffenden
ɛern besitze. Giannuzzi und Nawrocki banden an lebenden Thieren in das S-romanum
röhre ein, in welche sie von einem Gefässe aus Wasser einfliessen lassen konnten.
rchschneidung der Nerven des Rectum bedurfte es eines viel geringeren Druckes,
r viel niedrigeren Wassersäule in der Röhre, um ein stetiges Ausfliessen aus dem
erhalten. Sie schliessen daraus auf einen unwillkürlichen Tonus der Sphinc-
Das Experiment scheint aber ebenso mit der Annahme von Reflexwirkungen zusam-
assen.

2.
Resorption der Nahrungsstoffe ins Blut.

Die Verdauung hat die Aufgabe, den meist, trotz der Gleichheit ihrer at mistischen Zusammensetzung, verhältnissmässig von den Stoffen des lebend Körpers in ihren chemischen, namentlich aber in ihren physikalischen Eige thümlichkeiten noch sehr verschiedenen Nahrungsstoffen die Eigenschaften ei zuprägen, welche sie tauglich machen, direct sich an den Lebensvorgängen Organismus zu betheiligen. Ohne dass diesen so umgewandelten Stoffen Möglichkeit gegeben wird, aus dem Darmrohre in das Blut, den eigentlich Ernährungssaft des Leibes, einzutreten, würden sie selbstverständlich für d Haushalt des Organismus werthlos bleiben.

Bei gewissen pathologischen Veränderungen des Darmlebens werden kei oder wenigstens fast keine Stoffe aus dem Darme aufgesaugt. Es ist klar, d der Organismus bei diesem Zustande aus Hunger zu Grunde gehen kön wenn auch noch so viel Nahrungsmittel genossen und im Munde, Magen Darme den verdauenden Einflüssen unterliegen würden. Die Lehre von Resorption im Darmrohre steht der Lehre von der Verdauung an physiologis Wichtigkeit nicht nach.

Die Gesetze, nach denen die Resorption erfolgt, sind noch nicht vollkom aufgehellt. Die Zeit ist freilich vergangen, in der man den fraglichen Vor in rein vitalistischer Weise erklären durfte; der Magen ist nicht mehr reissende Ungethüm, welches beständig nach Nahrung knurrt und die ih reichte unersättlich verschlingt. Kein grosser Fortschritt von dieser kindli Anschauung war es, wenn man den »Saugadern« oder den Blutkapillaren Mund zuschrieb, welcher aktiv die verflüssigten Nahrungsstoffe in sich ei analog wie man gegenwärtig dem Protoplasma der Zellen des Darmepit eine aktive, d. h. vitale Aufnahmsfähigkeit für Stoffe zuschreibt, was doch ka etwas Anderes heissen kann, als dass uns die mechanischen Bedingungen de Aufnahme unbekannt sind.

Nach dem Bekanntwerden der osmotischen Vorgänge hat man allgemein di Diffusion als die Ursache des Uebertrittes der (gelösten) Nahrungsstoffe a dem Darm in die Säftemasse angesprochen. Und es unterliegt keinem Zwei dass sie auch in Wahrheit in ausgedehntem Maasse hierbei zur Geltung kom Doch war es vorschnell, die Resorption allein als ein Produkt der Osmose a zufassen. Abgesehen davon, dass der Stoff-Verkehr in den lebend Organen und Geweben und durch sie hindurch nach einer spe cifischen Gesetzmässigkeit geregelt wird, worüber wir schon ob (S. 132 ff. u. a. a. O.) auch mit Beziehung auf die Verdauungsvorgänge au führlich gehandelt haben, kommen neben der durch die Lebensvorgänge mod ficirten Osmose, und zwar in analoger Weise modificirt, auch die mechanisch Vorgänge der theils unter positivem theils unter negativem Drucke stattfinde den Filtration, vielleicht in noch ausgedehnterem Maasse als jene zur W kung. Mit diesen Vorgängen verbindet sich die oben erwähnte Fähigkeit d lebenden Protoplasmas (der Darmepithelien), aktiv auch festere Stoffe, z. B. Kör

ı der Art der Ernährung der Amöben (S. 118 Zellenfütterung) in ıfzunehmen und die aufgenommenen ebenfalls aktiv wieder abzugeben; 'gang, der namentlich bei der Fettresorption eine wesentliche Rolle ›len scheint. Die Resorption ist also ein zum grossen Theil aktiver Vor- Aktiv werden die Stoffe in die Darmschleimhaut aufgenommen, aktiv ›r weiter befördert. Beim Meerschweinchen hat A. Heller in den Lymph- ›n des Mesenteriums rhythmische, nach den Stämmen fortschreitende Con- nen der durch Klappen getrennten Abschnitte wahrgenommen, wodurch nmal eingesaugte Inhalt von der Peripherie aus dem Centrum aktiv zu- st wird.

ıss bei der Aufsaugung im Darme die Diffusion eine Rolle spiele, hat araus abgenommen, dass die Hauptmasse der ungelöst aufgenommenen offe durch die Verdauung in leicht diffundirbare verwandelt wird. veissstoffe, welche an sich wahrscheinlich gar keine wahren Lösungen len vermögen und deren endosmotisches Aequivalent darum nahezu = erhalten nach Funke's Untersuchungen als Pepton die Fähigkeit, verhält- ssig leicht durch thierische Membranen sowohl zu diffundiren als zu ı (S. 73, 256). Wie die Eiweissstoffe so wird auch das Amylum durch Jmwandlung in Zucker durch den Verdauungsvorgang zu einem leicht irbaren Stoffe.

ltrationsströme entstehen, wenn auf der einen oder andern Seite ıssigkeiten Druckverschiedenheiten ausgesetzt sind. Solche Druckver- nheiten finden im Darme sicher statt. Es befindet sich der Darminhalt lem pressenden Einflusse der peristaltischen Bewegungen der ihn fort- nden Darmmuskulatur, also unter einem positiven Drucke. In der Con- tät der Zotten des Darmes und der Lymphgefässe finden wir ein Moment, esem eben genannten positiven Druck gegenüber auf der entgegen- en Darmseite zeitweilig einen negativen oder Saugdruck erzeugt. Auch larattraktionen könnten bei der Aufnahme mitwirken.

Bau der Darmzotten.

ie Darmzotten sind jene zottenförmigen Schleimhautvorragungen, welche rminnenfläche das sammetartige Aussehen für das unbewaffnete Auge ver- . Sie sind mit einer Schicht derselben Cylinderepithelien überzogen, die ch sonst den Darm auskleidend finden. Es sind dieses jene Zellen, deren oberer, verdickter Rand, »der Zellendeckel«, in einer zarten Streifung ichen einer vielfältigen Durchbohrung durch feine Canälchen erkennen Kölliker, Funke u. A.). Andere halten diese Streifung für den optischen ıck von stäbchenförmigen Protoplasmafortsätzen, welche öschen (namentlich im Winter gut zu beobachten) Bewegungen zeigen, Bewegungscentrum im verlängerten Mark liegen soll (v. Thanhoffer). em unteren Ende, mit dem sie der Schleimhaut ansitzen, verengern sich llen und senden feine, hohle Ausläufer in das eigentliche innere Zotten- e herein, welche sich wahrscheinlich mit den Ausläufern der das Zotten- e durchsetzenden Bindegewebskörperchen zu einem zarten Canalnetze igen (Heidenhain, v. Thanhoffer u. A.). Diese Bindegewebshohlräume

sollen nach Heidenhain die eigentlichen Kapillaren der in den Zotten befind-lichen Lymphgefässanfänge sein. Danach existirt also eine **offene Verbin-dung** zwischen dem Darmlumen und den Lymphgefässen. Nach v. Thanhoffer wird durch dieselben Canälchen auch eine offene Verbindung mit den Blut-gefässen, d. h. mit den »Saftcanälchen der Adventitia« hergestellt. E. H. Weber gab ein abgeschlossenes Chyluskapillarsystem in der Zotte an, andere behaup-ten die Fortbewegung der Lymphe in wandungslosen Hohlräumen (Funke, Brücke, Basch u. A.)

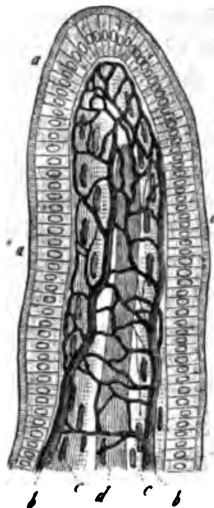
Die Grundsubstanz der Zotte hat im Allgemeinen denselben Bau wie die Darmschleimhaut. Wir finden ein Netz von Bindegewebskörperchen, oder Fasern, in welches reichlich rundliche, kernhaltige Zellen, von der Gestalt und

Fig. 83.



Zwei Zotten ohne Epithel mit dem Chylusgefäss im Innern, vom Kalbe, 350mal vergrössert und mit verdünntem Natron behandelt.

Fig. 84.



Eine Darmzotte nach Leydig. *a* Das mit verdicktem Saume versehene Cylinderepithelium; *b* das Kapillarnetz; *c* Längslagen glatter Muskelfasern; *d* das in der Axe befindliche Chylusgefäss.

Fig. 85.



Das Gefässnetz einer Darmzotte des Hasen mit dem arteriellen Stamm *b*, dem Kapillarnetz *c* und dem venösen Zweig *a*.

Grösse der Lymphzellen, eingelagert sind. An der Oberfläche stehen diese Zellen dichter. Zwischen Epithel und Zottengrundgewebe findet sich ein zarter, heller Gewebssaum, der als eine stärkere Entwickelung der ungeformten Zellen-zwischensubstanz, nicht als eine eigentliche Grenzhaut erscheint. Die Zotte ist ein reichlich mit Blut- und Lymphgefässen und organischen Muskelfasern ver-sehener Schleimhautfortsatz.

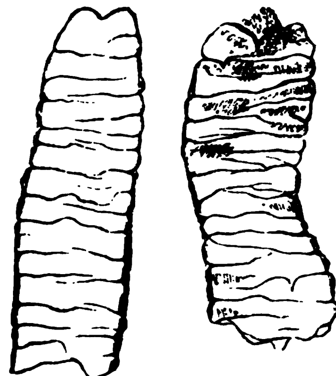
In dem Centrum der Zotten finden sich die Anfänge der grösseren Lymph-gefässe oder, wie man sie im Darme nennt, **Chylus-** oder **Milchsaftge-**

n schmäleren Zotten findet sich beim Menschen meist nur ein centrales fäss, welches meist mit einer etwas kolbig angeschwollenen Ausbuch- unter der Zottenoberfläche endigt (Fig. 83). Manchmal beobachtet solche Stämmchen, welche sich im oberen Theile der Zotte schlingen- erbinden. Manche Thiere besitzen bis zu 4 Chylusstämmchen, die der Zottenspitze ein grobmaschiges Netz bilden. Die Bindegewebs- ennetze münden in diese Gefässchen. Sie haben nach KÖLLIKER eine re Membran, welche nach v. RECKLINGHAUSEN und HIS von Endothelien wird, und führen direct in die grösseren Lymphgefässe, welche beson- ihren feinsten Anfängen mit reichlichen Klappen versehen sind, die sigkeitsstrom nur in centraler, von den Zotten abgekehrter Richtung

KE entdeckte um die centralen Chylusgefässe der Zotten herum eine ende Schicht organischer Muskelfasern aus sehr zarten, schmalen Faser- stehend. KÖLLIKER verfolgte sie zwischen die LIEBERKÜHN'schen Drüsen iefe und fand ihren Zusammenhang mit den Muskelfasern der Mucosa. ser diesen bisher genannten Gewebsbestandtheilen besitzt jede Zotte auffallend reiches Netz von Blutgefässen, welche, fast direct unter dem renzsaum der Zotte gelegen, ein Gerüst für das übrige in sie einge- Gewebe darstellen. Ein bis drei kleine Arterienstämmchen führen en das Blut zu, steigen unter reichlicher Kapillarverästelung in ihnen lie Spitze empor und sammeln ihre Kapillaren endlich wieder meist in seres Venenstämmchen (Fig. 84. 85).

Mechanismus der Aufsaugung durch die Zotten. — Die Muskelfasern der wirken eine Zusammenziehung derselben, die sich als Verkürzung und Dickenzu- igt (BRÜCKE) (Fig. 86). SCHIFF behauptet, dass die Galle als Reiz für die Zotten- ır fungire. Durch diese Zusammenziehung, inlich unterstützt durch die nach den Stäm- ımisch fortschreitenden Contractionen der Chy- bei dem Meerschweinchen von A. HELLER 9), wird sowohl der Inhalt der Blut- als der Isse aus der Zotte herausgepresst. Sowie die skeln wieder erschlaffen, strömt das Blut wieder in die Zotte ein, und die grosse Anzahl der sich füllenden Gefässe dehnt die Zotte wieder zu fange im ruhenden Zustande aus. Die durch ıction entleerten Chyluswurzeln können sich össeren Chylusgefässen her der erwähnten Klap- ı nicht mehr durch Rückfluss füllen. Sie werden beschriebene Erektion der Zotten (BRÜCKE) aus- es entsteht dadurch ein negativer Druck der zur unmittelbaren Folge ein Ansaugen von ten aus dem Darmrohre durch die Wege der len (vorausgesetzt, dass deren Protoplasma btritt gestattet) in die Chyluswurzeln herein haben muss. Eine zweite Contraction ie gefüllte Zotte wieder und macht sie von Neuem zum Ansaugen geschickt.

Fig. 86.



Zwei in Verkürzung begriffene Darmzotten der Katze. Vergr. 60.

Resorption ist also, soweit sie wirklich in Ansaugung besteht, bei denjenigen Thieren, armzotten besitzen, von einer Functionirung der Zottenmuskulatur abhängig. Alle , welche diese Muskelfasern lähmen, müssen die Resorption beeinträchtigen oder

ganz vernichten. Manche pathologische Störungen der Darmfunctionen schein auf solchen Lähmungen zu beruhen. Es muss hier darauf aufmerksam gemacht werde dass schon ein gesteigerter Wassergehalt die Muskeln lähmt. Also werden alle Moment welche bei gesteigerter Blutzufuhr ein Austreten von serösen Flüssigkeiten in die Zotten he vorrufen, die Aufsaugung hemmen können. Daher sind fast alle zu starken Darmschleimhau reize mit wässerigen Stühlen verknüpft, die sich aus einem Mangel der Aufsaugung der i normaler Weise in den Darm ergossenen Flüssigkeiten erklären lassen.

Eine andere Art von Resorptionsorganen beschrieb Letzerich, er befindet sich aber m der Deutung seiner mikroskopischen Befunde in Widerspruch mit einer Untersuchung v F. E. Schulze u. A., welche sich auf dieselben Organe bezieht, welche von Letzerich für R sorptionsorgane, von Schulze für Schleimsekretionsorgane angesprochen werden. Zwisch den gewöhnlichen Cylinderzellen der Zotten und der Lieberkühn'schen Drüsen aller Wirb thiere, auch des Menschen, finden sich grosse runde oder birnförmige deutlich contouri Gebilde, Vacuolen. Letzerich lässt sie sich fortsetzen in deutlich begrenzte Schläuc die unter dem Epithel im Bindegewebe der Zotte sich zu einem Netzwerk verbinden. Vacuolen haben eine nach dem Darmlumen gekehrte scharf umschriebene Oeffnung, so d hier die Cuticula (Zelldeckelschicht) der Cylinderzellen unterbrochen erscheint. Letze hält die Vacuolen nicht für Zellen, sondern für frei ausmündende, durch die Schläu sich mit dem centralen Chylusgefäss verbindende Anfangstheile des Resorptionsappar Bei geringer Fettfütterung sollen sich nur die Vacuolen mit Fett erfüllt zeigen. Die sog (S. 371) zu besprechende Fettfüllung der Epithelzellen des Darms soll eine patholog Erscheinung sein, die den Untergang der Zelle zur Folge hat. Das Fortrücken des Inh der Vacuolen soll durch stossweises Verkürzen und Strecken der Cylinderzellen erfol Die Vacuolen Letzerich's besitzen ein Analogon in den offenen einsaugenden M dungen der Lymphgefässe, welche v. Recklinghausen im Centrum tendineum Zwerchfells, Andere an anderen Körperstellen nachgewiesen haben. Dass auch im D derartige Mündungen der Lymph- oder Chylusgefässe existiren, ist sehr wahrscheinlich.

Schulze beschreibt dagegen die Vacuolen als Becherzellen, da ihr oberer erweit offen stehender Theil (Theca) wie ein Rheinweinglas, Römer, mit einem verschmälerten F in dem ein Kern sich zeigt, auf der Membrana propria aufsitzt. Er fand die gleichen Or ebenfalls im ganzen Darmcanal und in den Darmdrüsen der Wirbelthiere, im Epithel der Kl des Mastdarms bei Amphibien und Reptilien, im Epithel des Oesophagus, des Rachens, Mundhöhle, sowie in der Nasenschleimhaut des Frosches. Vielleicht sind aber doch die lichen Gebilde, welche er auf der Oberhaut sehr vieler im Wasser lebender Wirbelth gefunden hat, trotz ihrer Uebereinstimmung im Bau von den in den resorbirenden Schle häuten gefundenen Vacuolen functionell verschieden. In erster Beziehung sind Schu Beobachtungen ausserordentlich interessant. An den noch lebensfrischen Barteln von Co tis fossilis konnte er aus ihnen die Absonderung einer schleimigen Masse direct unter Mikroskope beobachten. Aus jeder der runden Oeffnungen der Becherzellen wölbte sich kleiner Hügel einer hellen, leicht getrübten, wie Schleim aussehenden Masse hervor; ders wuchs ziemlich rasch in die Länge, schnürte sich dann an seinem unteren Ende etwas so dass das Bild eines im Abtröpfeln begriffenen, zähen Tropfens entstand. Dann wurde d untere halsartige Einschnürung immer dünner und zerriss zuletzt, das Klümpchen fiel ab, neuer Hügel derselben Masse erschien in der Mündung der Becherzelle, und es wiederh sich mehrmals dasselbe Spiel. Deutlicher kann das Secerniren einer Zelle nicht be achtet werden, und es ist mehr als wahrscheinlich, dass die Becherzellen einzellige Drü sind, die der Schleimabsonderung vorstehen. Donders beschrieb diese Becherzellen als ve änderte Cylinderzellen. Andere halten die Becherzellen für Kunstprodukte. Einzelli Drüsen finden sich, wie wir wissen, bei niederen Thieren nicht selten. (S. 38.)

Zur vergleichenden Anatomie. — Die Schleimhaut des Darms der Wirbelthiere ze fast durchgängig Zotten und Leisten in mannigfachen Uebergängen. Am Allgemeinsten si die Zotten bei Säugern und Vögeln. Sie fehlen auch manchen Fischen nicht. Auch Maulw

ıabelthiere besitzen sie trotz der älteren gegentheiligen Angaben. An grossen Darm-ınn sich die Oberfläche derselben von Neuem zu secundären Zöttchen erheben, wie des Elephanten und des Rhinozeros lehrt (Leydig). Beim Hund sind die Zotten lang ıal, bei dem Rind breit und kürzer.

Fettresorption.

Chylusgefässe am Darme zeigen sich etwa 4 Stunden nach Aufnahme er Nahrung alle reichlich mit einer weissen, milchähnlichen Flüssigkeit lus — gefüllt, die, wie die nähere mikrochemische Betrachtung lehrt, inste Fetttröpfchen, die in unzähliger Menge in ihr suspendirt sind, ein sichtiges Aussehen erhält. Ueberall in dem Parenchyme der Zotten zer-ıden sich grössere oder geringere Anhäufungen von feinsten oder grös-tttröpfchen und Tropfen. Die Cylinderepithelzellen selbst zeigen sich ich mit Fettmolekülen, denen hier und da auch einzelne grössere Fett-ı beigemischt sind, erfüllt, dass oft der Kern nicht mehr sichtbar ist. ı die kapillaren Canälchen an der Innenfläche des Darms resp. an der he der Cylinderzellen, ehe man die wichtige Function der Galle und der e Pankreasverdauung gebildeten Seifen kannte, welche die feinen Kapil-der Zellen auch für Fett durchgängig machen, war diese Fetterfüllung hselhaft. Kölliker konnte mit dem Mikroskope feine Fettstäubchen h der kapillaren Zwischenräume der Cylinderzellenoberfläche, also h jener feinen Canälchen, welche zwischen den auf der Zellenober-tehenden (beweglichen?) Stäbchen freibleiben, nachweisen. Diese ı sich innerhalb der Zelle zu grösseren Tröpfchen und werden von da ch die Zottenbewegung und die anderen oben angeführten Kräftewir-in das mit den Darmepithelien offen communicirende (?) Canalsystem der webskörperchen angesaugt. So sehen wir sie oft in ziemlich regelmäs-nanchmal netzförmig verzweigten Wegen, die ganz den Eindruck von en machen, die Zotte erfüllen und dem centralen Chylusgefässe zu-, das, durch die Erfüllung mit dem fettreichen Safte ausgedehnt, deut-ennbar ist. Hier und da ist die Fettanhäufung durch die ganze Zotte so ıssig, dass diese dadurch ganz undurchsichtig erscheint. In anderen ınden sich nur sehr wenige fadenartige Streifen mit undurchsichtigem füllt im Gewebe (E. H. Weber, Funke).

Hauptmasse des Fettes wird zweifelsohne in den Zotten des Dünn-resorbirt. Aber auch in den Epithelzellen der übrigen Darmschleim-den sich gelegentlich Fettanhäufungen. Bei säugenden Thieren z. B. lliker Fett auch in den Epithelzellen des Magens. Aus dem bisher Er-geht, soweit wir die Verhältnisse bis jetzt überblicken, hervor, dass orption des Fettes bei jenen Thieren und in jenen Darmabschnitten, Zotten besitzen, vor Allem der aktiven Aufnahme durch die Zotten, itwirkung von Filtration ihre Ermöglichung verdankt. Wo Zotten fehlen, vir, vielleicht neben jenen aktiven Saugmündungen der Lymph- und efässe Letzerich's, auf die uns bekannte (S. 130, 134), durch die igenschaften der betreffenden Gewebselemente modificirte Osmose ›illarattraktion zu rekurriren. In beiden Fällen aber wird die aktive

Aufnahmefähigkeit des Protoplasmas der Darmepithelien sich an der Resorpti[on] mit betheiligen. Die Galle und die durch die Pankreasverdauung gebildet[en] Seifen machen die Porenwege für Fett leichter durchgängig, das sich dann [in] die ihm vorgezeichneten Wege einpressen lässt. Das Fett scheint zum grösst[en] Theil direct zuerst in die Chylusgefässe zu gelangen.

Derselbe Weg steht auch **Eiweisslösungen** offen, die noch nicht [in] Peptone umgewandelt sind (S. 257, 373).

In Beziehung auf die Modificationen, welche Filtration, Osmose, Kapillarattraktion [im] lebenden Darmgewebe erfahren, ist dem S. 130 und 134 Gesagten nur wenig zuzusetzen. V[or] allem muss noch auf eine bisher nicht gewürdigte physiologische Wirkung der **Galle** h[in]gewiesen werden. Nach dem von uns ausgesprochenen Diffusionsgesetze lebender Gew[ebe] und Organe dringen nur dann Substanzen durch Osmose, Filtration, Kapillarattraktion etc. [in] das Protoplasma, überhaupt in das lebende Gewebe ein und durch sie hindurch, wenn [die] Lebensenergie der Gewebe (des Protoplasmas) bis zu einem gewissen Grad geschwächt [ist]. Diese Schwächung kann aus inneren chemischen Umsetzungen (Anhäufung ermüdender St[offe] cf. diese) oder von Aussen durch Andringen für das Zellenleben differenter Stoffe (cf. S. [...] u. a. a. O.) erfolgen. Unter letzteren nimmt die Galle durch ihren Gehalt an Gallens[äuren] eine hervorragende Stelle ein. Sie ermöglicht also nicht allein die Mischung von Fett [und] Wasser, sie (s. v. v.) öffnet auch die Gewebsporen des Protoplasma, ohne welchen Vorgang, [an] welchem sich auch eine Reihe anderer chemischer Stoffe mit betheiligt, ein Eindringen [der] Flüssigkeit in die Zelle durch Osmose, Filtration etc. nicht stattfinden könnte. Bei di[esen] Erörterungen darf auch die **Kohlensäure**, in lebenden Geweben stets vorhanden, n[icht] vergessen werden, welche ebenfalls »ermüdende Wirkungen« besitzt.

Betheiligung der Blutkapillaren an der Resorption.

Eine grosse Reihe von Thatsachen beweist, dass auch die Blutkapillaren des Darm[es an] der Resorption sich betheiligen und Stoffe aufnehmen. Wir werden nicht irren, wen[n wir] diese Resorption durch die Blutkapillaren vor Allem auf Rechnung der nach den Lebensei[gen]schaften der Gewebe modificirten Osmose setzen (cf. oben S. 130). In den Blutgefässen l[iegt] das Blut, eine eiweisshaltige Flüssigkeit. Das endosmotische Aequivalent des Eiweisses [ist] fast ∞, d. h für Spuren von Eiweiss gehen fast unbegrenzte Mengen Wasser durch Diffus[ion] auf die Seite des Eiweisses, wenn wir durch eine todte thierische Membran getrennt [Ei]weiss und Wasser einander gegenübersetzen. Vor Allem wird es also Wasser sein, welc[hes] theilweise ausser in die Chylusgefässe auch in die Blutgefässe des lebenden Darmes di[rect] übergeht. Die wahren Lösungen: Peptonlösungen, Zuckerlösungen, Salzlösungen etc. b[e]dürfen zu ihrer Resorption nicht der Darmsaugeinrichtungen. Sie können schon in der Mu[nd]höhle, in der Speiseröhre, im Magen aufgenommen werden, sie werden es auch, wenn m[an] sie direct in eine frisch angelegte Wunde bringt. Vom Darmkanal aus gehen diese wa[hren] Lösungen z. Thl. in die Vena portae über. Man hat in letzterer den direkten Uebergang v[on] Rohrzucker (Bernard u. A.), Inulin (Hoppe-Seyler und Komanos) und Pepton (Hoppe-Sey[ler] und Drosdorff) constatirt.

Das Blutgefässsystem und die Lymphgefässe theilen sich also in die aufzunehmenden St[offe]. Für die Fette wird der speciell endosmotische Vorgang im Darme trotzdem, dass die Durc[h]tränkung der Gewebe mit Galle und Seifen, sowie die stark saure oder alkalische Reacti[on] des Chymus sie ermöglicht, stets ein geringer sein. Dass er wirklich stattfindet, geht al[so] wohl daraus hervor, dass das aus dem Darme stammende **Blut der Pfortader** während d[er] Verdauung einen bedeutenderen Fettreichthum erkennen lässt als andere Blutarten [aus] anderen Körpergegenden. Dasselbe scheint auch für die **Eiweissstoffe** zu gelten. We[nn] sie auch als Peptone die Fähigkeit zu diffundiren erlangen, so bleibt dieselbe do[ch]

sie nach FUNKE fast zehnmal grösser ist als die des Eiweisses selbst, immer noch rhältnissmässig geringe, das endosmotische Aequivalent der Peptone erhältniss zu dem anderer Stoffe, z. B. Zucker, Salze, Säuren etc., immer noch ein hes. Je langsamer der endosmotische Vorgang verläuft, desto sicherer unterliegen e der aktiven Aufsaugung durch die Darmzotten: Eiweissstoffe und Fett gelangen da- il zum grössten Theil in die Anfänge der Chylusgefässe. Ebenso geht dahin auch der Antheil der leicht diffundirenden Stoffe, wie sich schon aus der Betrachtung des Vor- rgeben würde, auch wenn sie in dem Chylus nicht mit Sicherheit schon nachgewiesen Zucker, Salze, Milchsäure.

ind also vor Allem: Wasser, anorganische Salze, Eiweissstoffe, Fette, Zucker und nsatzprodukte desselben, gemischt mit wieder aufgenommenen Resten der Verdau- selbst, welche das Blut durch Vermittelung der Chylusgefässe aus dem ufnimmt. Die bei der Verdauung direct in das Blut gelangenden Stoffmengen dagegen verhältnissmässig gering.

stliche Bemerkungen. — Resorption im Dickdarm. Die Versuche von C. VOIT, id EICHHORST über die Resorption von Albuminaten im Dickdarm sind für die Frage ernährenden Klystiere von Wichtigkeit. Flüssiges Eiereiweiss allein wird vom ı aus gar nicht oder nur spurweise aufgenommen, das osmotische Aequiva- sselben ist 706, das der Peptone 9,5. Peptonlösungen verschwinden rasch aus m. Wird durch Schlagen verflüssigtes Hühnereiweiss mit einer Kochsalzlösung ge- ls Klystier eingespritzt (bei Hunden), so geht mit dem Kochsalz auch das Eiweiss in über und der Umsatz der Eiweissstoffe des Organismus wird dem zugeführten Eiweiss iend vermehrt, was sich durch vermehrte Harnstoffausscheidung zu erkennen gibt. hter als Eiereiweiss mit Kochsalz wird natürliches Muskelacidalbuminat, l, vom Dickdarm aus resorbirt. Man presst durch hydraulische Pressen das im Fleisch iweiss aus, das dann einen rothen, stark sauer reagirenden Saft darstellt. Im Mittel 00 Gramm Fleisch 280 Gramm Wasser und 5,9 % Eiweiss. Dieser Fleischsaft wird ı Dickdarm resorbirt. Das Infusum carnis frig. par. sec. LIEBIG enthält % Albuminate (cf. S. 174). Neben dem Albumin muss nach den bekannten Er- gesetzen auch Fett oder wohl besser gelöste Kohlehydrate (Zucker z. B.) dem den Klystier zugemischt werden, wenn eine annähernd ausreichende Ernährung wird.

3.

Die Lymphe und der Chylus.

s Chylusgefässsystem mit seinen Anfängen im Darme ist die ste Quelle für die Erneuerung des Blutes. In Beziehung auf die directe ung grösserer Quantitäten von Fett ist keine andere Aufnahmsquelle ser zu vergleichen. Man darf bei der Wichtigkeit der Chyluszufuhr für t aber nicht übersehen, dass die Ernährung des Blutes aus dem Darme ı specieller Fall der Ernährung und Erneuerung des Blutes aus allen rganen sei. Wo das Blut die Organe durchströmt, trifft es auf Gewebs- eiten, welche die wichtigsten Blutbestandtheile: Eiweissstoffe, Salze, etc. in sich enthalten. Es muss unter den geeigneten Lebensbedingun- e im Darme so auch dort ein Diffusionsverkehr zwischen den Organ- eiten und dem Blute eintreten, der je nach dem Gehalte der beiden an reffenden Stoffen zu einer Mehrung oder Minderung derselben im Blute nuss. Dazu kommt noch, dass in allen Organen sich eben solche Gefässe

wie die Chylusgefässe im Darme finden, in welche die Gewebsflüssigkeiten m allen ihren Stoffen sich ergiessen: die Lymphgefässe, welche diese aus d Geweben empfangenen Stoffe gemischt mit den vom Darm stammenden gemei schaftlich dem Venensystem zuführen. Besonders bei Betrachtung des Hunge zustandes wird diese Gleichheit der Functionen der Darm- und sonstig Organlymphgefässe ersichtlich. Die Organe dienen dann als Reservoir aus denen das Blut die verbrauchten Stoffe sich ersetzt. Die festen Orga bestandtheile werden nach und nach verzehrt, sie werden dabei zum Th zunächst verflüssigt und in die allgemeine Säftemasse zur Betheiligung an d Aktionen derselben übergeführt. Es müssen dazu verflüssigende, verdau Einwirkungen in den festen Geweben ebenso stattfinden wie an den fe in den Darmcanal zur Verdauung aufgenommenen Stoffen. In den Orga finden sich daher Verdauungsfermente vor. Das Pepsin, das bei der Reso tion mit in die Säftemasse aufgenommen wird, wird in Organen mit leicht s werdender Reaktion dieselben auflösenden Wirkungen entfalten, wie im Dar Sicher setzt wenigstens die Wiederlösung der in den Organen fest geword Eiweissstoffe eine analoge Fermentwirkung wie die des Pepsins oder des weiss verdauenden Pankreasfermentes voraus. Die Entdeckung des Pepsin vielen Organsäften, namentlich im Muskelsafte (cf. oben S. 283), ist von die Gesichtspunkte aus wichtig, ebenso die Entdeckung diastatischer F mente (S. 270). Die Lymphbildung in den Organen ist selbstverständlich immerwährend fortgehende Function; beständig wird mit dem Chylus gemi auch Lymphe dem Blut zugeführt. Innere und äussere Ernährung — wenn als letztere die vom Darm aus bezeichnen wollen — findet stets gleichzeitig nur überwiegt die Darmaufnahme zu gewissen Zeiten, während zu andere Aufnahme aus den Organen die bedeutendere ist.

Chylus und Lymphe sind also dem Wesen nach analog. Der Ch ist die durch die Nahrungsaufnahme vermehrte Darmlymphe.

Bau der Chylus- und Lymphgefässe.

Chylus- und Lymphgefässe bilden zusammen ein vielverzweigtes Röh system, welches in seinem Baue mit dem Venensysteme im Wesentlichen üb einstimmt. Im Allgemeinen ist der Verlauf der Lymph- und Chylusgefässe der Anatomie bekannt. Bemerkenswerth ist ihr Reichthum an Klappen, we den Venenklappen entsprechen. Die grösseren Lymph- oder Chylusgefässe sitzen wie die Blutgefässe drei Häute. Die Intima besteht aus einer Epithe von verlängerten Zellen aufliegend auf elastischen Fasernetzen. Die Media s sich aus querverlaufenden glatten Muskelfasern mit ebenfalls querlaufe elastischen Fasern zusammen. In der Adventitia streichen die Bindegew fasern, aus denen sie besteht, nach der Länge, unter ihnen zeigen sich auch sehr feinen Lymphgefässen ebenfalls längslaufende organische Muskelfa welche sie von den feinen Venen unterscheiden lassen und die ihre (b Meerschweinchen) beobachtete Contractilität erklären. Bei dem Ductus t racicus schiebt sich zwischen das Epithel der Intima und die elasti Fasernetze noch eine längsstreifige Lage ein. Die Media beginnt mit einer ten längslaufenden Bindegewebslage (Kölliker).

›er den Ursprung der Lymphgefässe sind die Untersuchungsakten noch schlossen. Die verschiedenen Gewebe und Organe scheinen sich hierin den zu verhalten. In den Geweben der Bindesubstanz (cf. diese) be-:e man, analog wie oben von den Darmzotten angegeben, dass sie mit ftspalten, d. h. dem Saftcanalnetz, in welchem die Bindegewebszel-:en, in Zusammenhang stehen, dass diese also gleichsam als feinste hkapillaren anzusehen sind, in den Knoten dieses Netzes liegen die asmahaufen der Bindesubstanzen (Zellen) (VIRCHOW, v. RECKLINGHAUSEN u. Es finden sich aber auch echte Lymphkapillaren, an denen man keine ung der Wand beobachten kann. Bei den Batrachierlarven, an deren ızen KÖLLIKER diese Lymphkapillaren zuerst auffand, schienen sie ihm ·rnförmigen Zellen: — Bindegewebskörperchen, d. h. eben aus jenem ıalnetz der Bindegewebszellen — hervorzugehen. Die echten Lymph-ren sind etwas weiter als die Blutkapillaren. In vielen Drüsen, in den etc. bestehen, wie es scheint, die Anfänge der Lymphgefässe in Gewebs-. die sich erst im weiteren Verlaufe mit den eigentlichen Lymphkapil-ınd Lymphgefässen verbinden. In der Substanz des Knochens, in der Le-ı Centralnervensystem werden kleinere Blutgefässe von relativ weiten, sculären Lymphräumen« (HIS) vollkommen umgeben, das Blutgefäss ver-ine Strecke innerhalb des Lymphgefässes, später durchbohrt es dessen ıng und nun laufen die beiden Gefässe nachbarlich neben einander her. lie Adventitia der Blutgefässe des Gehirns besitzt Lymphräume (VIRCHOW). ·ösen Säcke: die Höhlen des Peritoneums, der Pleura, des Pericardiums, rosa des Hodens, des Arachnoidealraums, der Augenkammer, des Ohr-ths u. a. spricht man neuerdings als kolossale lymphatische Spalträume welchen die Lymphgefässe mit freien weiten Oeffnungen: Stomata LINGHAUSEN's, beginnen (cf. unten und S. 383).

eber den Zusammenhang der Lymphgefässwurzeln mit den efässen haben die neueren Untersuchungen wichtige Aufschlüsse t. Die beiden Gefässarten verbinden sich direkt mittelst feinster ata der Blutgefässe (J. ARNOLD) durch ein System engster im Paren-:elegener Canälchen, welche sich bei Zuständen venöser Stase und Oedem webe sowohl von den Blut- als Lymphgefässen aus injiciren lassen (cf. Cap. X.)

v. RECKLINGHAUSEN zeigte an einigen Lymphgefässen ähnliche aktiv wirkende ate zur Einsaugung von Flüssigkeiten, wie wir sie in den Darmzotten kennen haben. Er fand, dass die Lymphgefässe des Centrum tendineum des hfelles in der Bauchhöhle Flüssigkeiten, welche kleine Körperchen suspendirt ent-aus der Bauchhöhle aktiv resorbiren. Diese Resorption lässt sich direct unter dem op (bei 3—400facher Vergrösserung) beobachten. Bringt man mit Zuckerwasser ver-Milch auf ein sorgfältig ausgeschnittenes Stück der peritonealen Fläche des sehnigen ellabschnittes, so sieht man über den oberflächlichen Lymphgefässen Strudel ent-welche die Milchkügelchen in das Lumen derselben einführen; auch rothe Blutkörper-sireu dieselben, ohne ihre Gestalt zu ändern. Die Oeffnungen, in welche die Körper-ıtreten, sind etwa 3mal so gross wie ein rothes Blutkörperchen, meist von ovaler ın der Stelle gelegen, wo mehrere Epithelzellen des Bauchfells zusammenstossen: ta. Die seröse Flüssigkeit der Bauchhöhle, welche Lymphkörperchen enthält, scheint en Saugorganen beständig während des Lebens eingesaugt, also aus anderen Quellen eständig wieder in die Bauchhöhle ergossen zu werden. Ein offen ausmünden-

des Lymphgefässsystem behauptet HJALMAR-HEIBERG auch für die Nasenschleim-haut, die er von zahlreichen feinen wandungslosen Röhrchen senkrecht durchsetzt fand; auch in der Schleimhaut des Larynx und der Trachea will er diese Röhrchen gesehen haben (cf. oben LETZERICH's und SCHULZE's Beobachtungen S. 370). Am leichtesten sind die weit. Stomata v. RECKLINGHAUSEN's zu sehen am Peritoneum des Frosches.

Die Flüssigkeiten, welche in die Wurzeln der Lymph- und Chylusgefässe eintreten sind in ihrer chemischen Zusammensetzung bedingt von der Mischung des im Darme enthaltenen Chymus und der specifischen Gewebe, aus denen sie stammen. Je nach der gereichten Nahrung, je nachdem die Aufsaugung durch die Blutgefässe eine grössere oder geringere Rolle spielt etc., wird der Chylus sehr wechselnde Zusammensetzung zeigen. Bei Hungernden sind die Chylusgefässe mit einer durchsichtigen, nur schwach opalescirenden Flüssigkeit gefüllt, wenn reichlich Fett in der Nahrung enthalten war, zeigt dieselbe Flüssigkeit jenes oben beschriebene milchähnliche Aussehen. Wir wissen, wie verschieden in den einzelnen Geweben und Organen der Stoffumsatz sich gestaltet. Es ergibt schon eine einfache Ueberlegung, dass die Lymphe aus jedem Organe eine andere Stoffmischung zugeführt erhalten muss; so verschieden die Parenchymflüssigkeiten sind, so verschieden wird die Zusammensetzung der Lymphe sein, die aus den betreffenden Organen herkommt. Die Chemie hat in Bezug auf diese Fragen noch fast Alles zu leisten. Nirgends noch kennen wir mit genügender Schärfe die fragliche Zusammensetzung der zu Lymphe oder zu Chylus werdenden Flüssigkeit. Ueberall, wo wir untersuchen können, sind die Flüssigkeiten dadurch, dass sie schon Lymphdrüsen passirt haben, in ihrer Zusammensetzung specifisch verändert. Wir kennen die Lymphe und den Chylus nur in schon verändertem, dem Blute verähnlichtem Zustande, wie ihn die Lymphdrüsen hergestellt haben.

Bau der Lymphdrüse.

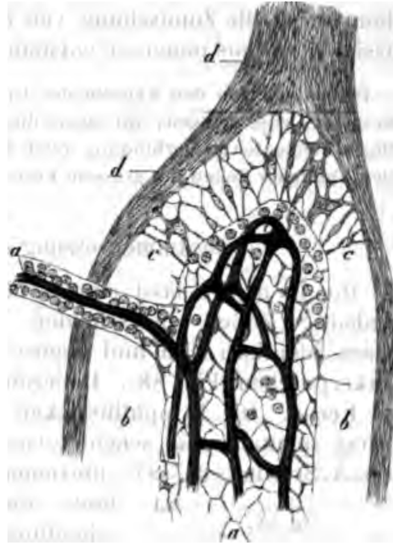
Unter den Lymphdrüsen sind vor Allem die Follikel zu nennen (S. ... Die zartesten Lymphgefässe führen den rohen Saft ihnen zu, die Follikel setzen mischen ihm dann aus ihrem Inhalte geformte Elemente: Lymphkörperchen bei, unter deren Einwirkung der Chemismus der Lymphe und des Chylus seinen specifischen Charakter erhält. Die grösseren Lymphdrüsen zeigen in ihrem anatomischen Bau eine nicht zu verkennende Analogie mit diesen einfachsten Drüsenformen. Man kann die complicirteren Lymphdrüsen combinirte Follikel nennen.

Die Lymphdrüsen des Menschen besitzen einen bindegewebigen Kern Hilusstroma (HIS), der eine Anzahl grösserer Blutgefässverästelungen und wahre Lymphgefässe in sich einschliesst. An jeder Drüse finden sich zuführende und abführende Lymphgefässe. Auf dem Drüsendurchschnitt zeigt sich eine Scheidung zwischen Mark- und Rindensubstanz, erstere ist beim Menschen sehr gering entwickelt. Der feinere Bau ist nach den Untersuchungen von FREY, HIS, KÖLLIKER u. A. folgender. Jede Drüse hat eine Hülle, welche ein reiches Balkennetz in das Innere der Drüse abgehen lässt, wodurch diese in eine grosse Anzahl von unter einander communicirenden Hohlräumen getrennt wird, die in der Rinde mehr rundliche Gestalt haben und als Alveolen bezeichnet werden und eine ziemlich scharfe Abgrenzung zeigen; im Innern der Drüse sind die von den Balkennetzen gebildeten Hohlräume mehr länglich, strangförmig, vielfach unter einander verbunden. Die Hülle besteht mit ihren Balkennetzen bei dem Menschen vorzüglich aus Bindegewebe, dem aber eine nicht unbedeutende Menge glatter Muskelfasern beigemischt ist. Bei Säugethieren (Ochsen) finden wir ...

z aus Muskelfasern bestehend. Innerhalb dieser Alveolen und schlauch-
n Hohlräume liegt das eigentliche Drüsengewebe. Diese Drüsensub-
steht vor Allem aus einer grossen Menge jener uns schon bekannten rund-
ellen, die auch den Follikelinhalt ausmachen, welche ganz die Form und
sehen der Lymphkörperchen an sich tragen. In der Mitte jeder Alveole
sich ein festerer Kern der Drüsensubstanz. Er zeichnet sich dadurch
ss er Blutgefässe in sich enthält, nach aussen hin ist der Zusammen-
er Zellen lockerer, hier finden sich keine Blutgefässe. Diese liegen nicht
ei in den Alveolen, sondern sind in ein Netz feiner, aus Bindegewebskör-
n bestehender, von den Balken
nder Fasern eingebettet. Im In-
es Alveoleninhaltes wird dieses
chter und befestigt sich an die
iche der Blutgefässe (Fig. 87).
festere, mittlere Drüsenkern in
Alveole, welcher nach der Ge-
r Balkenhohlräume in der Rin-
stanz mehr kugelig, in der
bstanz mehr strangförmig ist,
nt im ersteren Fall den Namen:
nknoten, im zweiten: Mark-
g. Die weniger festen, blut-
sen Umhüllungsschichten die-
ntraldrüsengebilde werden als
hräume, Lymphsinus,
llungsräume bezeichnet.
sagt, dürfen wir sie uns nicht
chlossene Hohlräume vorstellen.
snahme der Gefässe zeigen sie
enn auch von lockerem Gefüge,
enso gebaut wie die Rinden-
und Markstränge. Da die Al-
alle unter einander in offener
dung stehen, so befinden sich
ie Markgebilde mit einander in
dung, sie würden im Ganzen
eine vielverzweigte und ver-
e Figur darstellen. Ihre Bin-
ebsfasern verdichten sich am
der Drüsensubstanz etwas mehr, so dass sie sich von den rings um-
len Lymphräumen doch mehr oder weniger abschliessen, ohne dass eine
iche Membran vorhanden wäre. Die Lymphräume stehen ebenso wie die
iche Drüsensubstanz durch die ganze Drüse hindurch in ununterbroche-
rbindung und stellen somit ein vielverzweigtes Canalnetz dar zwischen
lken und der eigentlichen Drüsensubstanz.

s Verhalten der Lymphgefässe zu den Lymphdrüsen ist folgendes.
führenden Gefässe treten an die Hülle heran, durchsetzen diese und mün-

Fig. 87.



Aus der Marksubstanz einer von der Arterie mit Chromblei eingespritzten Mesenterialdrüse des Ochsen. Ausgepinselt und 300mal vergr. *a* Ein Markstrang, in dem das Kapillarnetz, das feine Reticulum und noch einzelne Lymphkörperchen sichtbar sind. *bb* denselben umgebender Lymphgang, in dem das überall vorhandene aus kernhaltigen Zellen bestehende Reticulum nur bei *cc* gezeichnet ist. Die Lymphkörperchen des Lymphganges sind ausgepinselt. *dd* Fast ganz aus glatten Muskeln bestehende Balken, *a* ein kleiner Markstrang mit nur einem Blutgefässe und mit Lymphzellen gefüllt.

den in je einen Lymphraum ein. Auf der entgegengesetzten Seite sammeln sie die abführenden Lymphgefässe wieder aus den Lymphräumen. Es geht als die Bahn des Lymphstromes vom Vas afferens aus durch die Lymphräume der Rinde und des Markes zum Vas efferens. Auf diesem Wege, den sie sicher nur äusserst langsam zurückzulegen vermag, indem sie hindurch sickert, nimmt die Lymphe einen Theil der lose im Bindegewebsnetz eingebetteten Zellen mit sich, die sich aller Wahrscheinlichkeit nach aus dem Drüsenkern immer von Neuem ersetzen. Nach Brücke u. A. finden sich in der Lymphe, nachdem sie eine Drüse passirt hat, mehr Lymphkörperchen als vorher. Auch bedeutende chemische Umwandlungen müssen in den Lymphdrüsen vor sich gehen. da sich der hinter ihnen in den Lymphgefässen befindliche Saft wesentlich, vor Allem schon durch die Zumischung von Zellen, von dem Chymus und den Gewebsflüssigkeiten, aus denen er entstanden, unterscheidet.

Popper sah von den Kapseln der Lymphdrüsen aus marklose Nervenfasern in das Innere der Drüse dringen, wo sie ein dichtes Netzwerk bilden, dessen Aeste hier und da mit zelligen Elementen in Verbindung treten sollen; er behauptet auch das Vorkommen Ganglienzellen-ähnlicher Zellen mit grossem Kern und Fortsätzen.

Zusammensetzung des Chylus und der Lymphe.

Die Lymphe lässt eine farblose Flüssigkeit und beigemischte, farblose kernhaltige Zellen unterscheiden, welche mit denen im Inhalte der Lymphdrüsen identisch sind und ebenso mit den später zu besprechenden weissen Blutkörperchen (Fig. 88). Ueberdies zeigt das Mikroskop feine Fettpartikelchen und Kerne. Die Lymphflüssigkeit: Lymphplasma gerinnt wie das Blutplasma spontan und scheidet Faserstoff aus, enthält also die Fibringeneratoren A. Schmidt's (S. 397), fibrinoplastische Substanz in geringerer Menge als das Blut. Zusatz von Blut beschleunigt die Fibrinausscheidung. Mit Ausnahme des Blutfarbstoffes finden sich in der Lymphe überhaupt alle chemischen Bestandtheile des Blutes, und wie es scheint, zum Theil in ähnlicher Mischung wie dort: verschiedene Eiweissstoffe (in geringerer Menge als im Blut), Fette, die als feinste Körnchen sichtbar werden können, Zucker, die Blutsalze, Wasser, unter den Extraktivstoffen ist Harnstoff nachgewiesen worden. Der Chylus aus dem Ductus thoracicus verdauender Thiere unterscheidet sich im Allgemeinen chemisch von der Lymphe hauptsächlich durch seinen Reichthum an suspendirtem Fett während der Verdauung fetthaltiger Nahrung; er enthält ebenfalls Harnstoff. Unter dem Mikroskope zeigt er, wie schon erwähnt, jene Masse molekuläres Fett hier und da nach Stehen untermischt mit grösseren Fetttröpfchen, das Fett giebt ihm seine Undurchsichtigkeit und weisse Farbe.

Fig. 88.



Elemente des Chylus. *a* Durch theilweise Zusammenziehungen sternförmig gewordene Lymphkörperchen, *b* freie Kerne, *c* ein solcher von einigen Körnchen umgeben, *d*, *e* kleine Lymphzellen, die eine mit deutlichem Kerne, *f*, *g* grössere Zellen, eine mit sichtbarem Kerne, *h* eine solche nach Zusatz von wenig Wasser, *i* Essigsäure.

Bei Thieren (Hunden) wird er beim längeren Stehen an der Luft etwas röthlich gefärbt, was von rothen Blutkörperchen herrührt, die sich ihm fast immer bei-

gemischt finden, und die von Manchen wenigstens bei Thieren für keinen anormalen Bestandtheil gehalten werden. Sie werden, da sie leichter sind als die weissen Körperchen, an der Oberfläche des Chyluskuchens beim Stehen angehäuft, dieser röthet sich dadurch.

Der Chylus lässt seine Abstammung aus den verdauten Nahrungsstoffen an gewissen Verschiedenheiten je nach der Nahrungsweise noch erkennen. Nach fettfreier Nahrung ist der Chylus durchsichtig wie Lymphe, wie diese durch die beigemischten Zellen nur leicht opalescirend, ebenso im nüchternen Zustand, wo man ihn als Darmlymphe bezeichnet. Die Fette des Chylus zeigen je nach dem aufgenommenen Fett Verschiedenheiten, sie sind flüssig oder leicht erstarrend, je nachdem flüssiges oder festes Fett aufgenommen wurde. Jedes der feinen Fettstäubchen soll mit einer Eiweisshülle umgeben sein (?). Auch seifenartige Verbindungen, aus der Fettzersetzung im Darm durch das Pankreassekret stammend, können nachgewiesen werden. Ebenso zeigt ein Theil der Albuminstoffe des Chylus noch die Eigenschaften der Peptone, ein anderer weit grösserer Theil zeigt sich als Serumeiweiss, wie dieses im Blut sich findet, ein anderer Theil lässt sich durch Essigsäure fällen, Kalialbuminat, ein vierter, sehr geringer, schon durch Kohlensäure: Globulin. Die Fibrinausscheidung wurde schon erwähnt. Zucker — Traubenzucker — ist im Chylus nicht immer vorhanden; er findet sich besonders nach zucker- oder stärkereicher Kost, wodurch seine Aufnahme in den Chylus aus dem Darme bewiesen wird. Der Zuckergehalt kann zwischen 1—2 % betragen. Nach Stärkefütterung fand Lehmann im Chylus milchsaure Salze.

(Das Vorkommen von Harnstoff in dem Chylus, das Wurtz entdeckte, ist insofern interessant, da daraus hervorgeht, dass wenigstens ein Theil des Harnstoffs, der aus der Nahrung stammend den Organismus verlässt, schon im Darm und in seinen Geweben, wahrscheinlich in den Lymphdrüsen, gebildet wird. Im Chylus von Rindern fanden sich etwa 0,2 pr. mill. Harnstoff (0,192 und 0,189). Daraus, dass in der Halslymphe 0,213 Harnstoff gefunden wurden, darf nicht gefolgert werden, dass er in der Lymphe in grösserer Menge vorhanden sei, wenn man die Versuchsschwierigkeiten bei einer quantitativen Harnstoffbestimmung in eiweisshaltigen Flüssigkeiten bedenkt. Die mit den jetzigen quantitativ ungenauen Beobachtungsmethoden in verschiedenen Blutarten gefundenen quantitativen Schwankungen im Harnstoffgehalt können ebensowenig in vergleichender Richtung verwerthet werden (cf. Cap. VIII. Harnstoff in der Leber u. a. O.). Bei einem Widder fanden sich im Blute [illegible] pr. mill. im Chylus: 0,28 Harnstoff.

Die chemische Zusammensetzung der Lymphdrüsen ist so gut wie unbekannt. Gorup-Besanez gibt in den Lymphdrüsen von Thieren und Menschen Leucin (Frerichs und Städeler) und xanthinähnliche Körper als Bestandtheile an. Oidtmann fand in der Inguinaldrüse einer alten Frau: Wasser 71,5 %, feste Stoffe 28,5 %, davon Salze 1,2 %. [illegible]geben diese Thatsachen keine Anhaltspunkte, um auf die Stoffvorgänge in den Lymphdrüsen Schlüsse zu gestatten, auch nicht für die aufgetretene Annahme, dass die Lymphdrüsen die Hauptstätten der Harnstoffbildung seien, analog wie für die Milz nachgewiesen wurde, dass in ihr die Harnsäure der Hauptmasse nach entstehe (H. Ranke). Ueber den Harnstoffgehalt der Organe cf. unten bei Harnstoff.)

Als Beispiel der quantitativen Zusammensetzung mag die Analyse des Chylus des Hingerichteten nach Owen Rees dienen: Wasser 90,5 %, feste Stoffe 9,5. Davon Faserstoff Spur, Albumin 7,1, Fette 0,9, Extraktivstoffe 2,0, Salze 0,4.

Die Zusammensetzung der anorganischen Stoffe ist sehr bemerkenswerth. Es findet sich

darin ein Gehalt an Eisen, welches wahrscheinlich von dem Haemoglobin beigemischter rothe Blutkörperchen stammt. Die Hauptmasse besteht aber aus Kochsalz, gegen welches alle an deren Bestandtheile sehr zurücktreten. Nach den Bestimmungen von C. SCHMIDT am Chylus von Pferden waren enthalten in 1000 Gramm Chylus: Chlornatrium 5,84, Natron 1,17, Kali 0,1 Schwefelsäure 0,05, an Alkalien gebundene Phosphorsäure 0,05, phosphorsaurer Kalk 0, phosphorsaure Magnesia 0,05, Eisen 0,004. Die Trennung der Analyse in Serum und Chyluskuchen zeigt, dass im Verhältniss in letzterem, der die Chyluskörperchen oder Zellen enthält, das Kali etwas überwiegt, es findet sich aber Kali auch in dem Serum, in 1000 Serum 0,11, in 1000 Kuchen 0,70. Doch ist die Kalimenge überhaupt so gering, dass daraus ein wichtiger Unterschied zwischen dem Chylus und dem Blut erwächst, den wir erst in der Folge werden würdigen können.

Alle diese Bestimmungen werden einen höheren Werth erhalten, wenn vergleichende Beobachtungen über die in der Nahrung enthaltenen Salze und die im Chylus sich findenden vorhanden sein werden. Es kann jetzt immer noch scheinen, als wäre der Hauptgrund der eigenthümlichen Salzvertheilung in dem Chylus nur in der Salzzufuhr zu suchen. Ein vergleichender Blick auf die Zusammensetzung der Lymphasche, welche weniger diesem Verdachte unterliegt, zeigt aber doch, dass wir es hier wahrscheinlich auch mit einer Mischung aus inneren Gründen zu thun haben, da sonst die sich zeigende unverkennbare Uebereinstimmung beider nicht erklärlich wäre. C. SCHMIDT fand in der Asche der Lymphe aus dem rechten Halslymphstamme eines jungen Pferdes: 1000 Lymphe enthielten: Chlornatrium 5,67, Natron 1,27, Kali 0,16, Schwefelsäure 0,09, an Alkalien gebundene Phosphorsäure 0,02, phosphorsaure Erden 0,26. In dem Kuchen, der die Lymphkörperchen einschliesst, überwiegen relativ die Kalisalze über die Natronsalze bedeutender, als das bei dem Chylus der Fall war, umgekehrt ist es im Lymphserum. In 1000 Serum sind 0,11 Kali, in 1000 Kuchen 1,07 K. Ebenso ist es mit der Phosphorsäure. NASSE fand in der Pferdelymphe kohlensaures Alk. 0,06 %, DÄHNHARDT auch in der Lymphe vom Menschen.

Ueber die Verschiedenheiten der Zusammensetzungen der Lymphe in verschiedenen physiologischen Zuständen ist noch wenig erforscht. Die Untersuchungen von C. SCHMIDT lassen aber die Lymphe in so vollkommener Weise in chemischer Abhängigkeit von dem Blute erscheinen, dass es mehr als wahrscheinlich ist, dass sich auch ihr vor Allem die verschiedenen Ernährungszustände von grosser Bedeutung zeigen werden, die wir bei dem Blute die Zusammensetzung bestimmen sehen. NASSE fand in zahlreichen Untersuchungen die Lymphe des Hundes bei vegetabilischer Nahrung wässeriger als bei Fleischnahrung, Hunger zeigte nur wenig Einfluss auf die chemische Zusammensetzung. Es wäre falsch, die Lymphe als ein einfaches Transsudat aus dem Blute sehen zu wollen. Schon der hohe Zuckergehalt zeichnet die Lymphe vor dem Blute aus und lässt sie als einen eigentlichen Gewebssaft erscheinen. Der Zucker ist ein konstanter Lymphbestandtheil und findet sich nicht nur in der Lymphe der Leber z. B., sondern auch in der Halslymphe, zum Beweise, dass ihr auch andere Gewebe (Muskeln) beständig Zucker beimischen. Nach POISEUILLE und LEFORT war während der Verdauung an Zucker pr. mille

	im arteriellen Blute:	im Inhalte des Duct. thor.:	in der Halslymphe:
bei einem Hunde	Spuren	1,09	1,66
- - Pferde	0,69	2,20	1,12

Nach dem Hungern soll die Lymphe wasserärmer (NASSE, KRAUSE) sein als nach Nahrungsaufnahme, nach GMELIN auch albuminreicher. Nach dem Durchgang durch die Lymphdrüsen fand GMELIN die Lymphe ebenfalls procentisch etwas reicher an Albumin

Die Menge der Lymphe. — Nach BIDDER beträgt die täglich gebildete Chylusmenge etwa $^1/_6$—$^1/_4$ des Körpergewichts. LUDWIG und KRAUSE berechnen für die Lymphmenge die enorme Grösse von $^1/_4$—$^2/_5$ des Körpergewichts. LESSER erhielt aus dem Ductus thoracicus eines nüchternen (curarisirten) Hundes bis 1,2^{cc} in der Minute. Es beweisen diese Zahlen, wenn nicht mehr, doch so viel, dass es ein gewaltiger Säftestrom ist, welcher im intermediäre

auf den Organismus von Zelle zu Zelle durchfliesst und den Stoffverkehr zum grossen
esorgt. Andere Forscher erhielten jedoch auch weit niedrigere Werthe für die
nenge. EMMINGHAUS fand, dass in der Haut und ihrem Fettpolster normal nur
t wenig Lymphe erzeugt wird, die Absonderung tritt erst in grösserer Menge auf,
er Venenblutabfluss oder »das elastische Gleichgewicht der Gewebstheile zu einander«
wird. Die Lymphmenge ist nach NASSE von der Nahrung abhängig, am
ten ist sie bei Hunger, am reichlichsten bei Fleischnahrung.

mphgefässfisteln. — Aus zufällig entstandenen Lymphgefässfisteln und Lymphge-
iden hat man Lymphe vom Menschen in grosser Quantität zur Untersuchung gewonnen.
sultate geben, da sie sich nicht auf bekannte physiologische Zustände beziehen, nur
efähres Bild der Stoffmischung, die sich hier überhaupt finden kann. Beispielsweise
hier Analysen von Lymphe einer gesunden 39jährigen Frau, aus einer Lymphgefäss-
am Oberschenkel gewonnen, es flossen im Tage bis gegen 3000 Gramm ab, nach
und QUÉVENNE (I und II), sowie eine Analyse von HENSEN und DÄNHARDT (III):

	I.	II.	III.
Wasser	939,87	934,77	987,7
feste Stoffe	60,13	65,23	12,3
Faserstoff	0,56	0,63	2,6
Serumalbumin, Globulinsubstanz	42,75	42,80	
Fett, Cholesterin, Lecithin	3,82	9,20	0,03
Extraktivstoffe	5,70	4,40	1,28
Salze	7,30	8,20	8,38

Asche von III enthielt:

lösliche Salze:		unlösliche Salze:	
NaCl	6,148	CaO	0,132
Na_2O	0,573	MgO	0,011
Ka_2O	0,496	Fe_2O_3	0,006
CO_2	0,638	P_2O_5	0,118
SO_3, P_2O_5 etc.	0,221	CO_2	0,015
(NH_3	0,16)	$MgCO_3$ etc.	0,021

i derartigen Fisteln wird es unschwer möglich sein, den Einfluss verschiedener Nah-
nd anderer physiologischer Bedingungen experimentell zu untersuchen. Die vor-
len Untersuchungen zeigen, dass der Fettgehalt der Fistellymphe nicht unbeträchtliche
ıkungen bei demselben Individuum erkennen lässt; es wird das wahrscheinlich aus der
edenen Ernährungsweise sich erklären lassen. Die Chemie der Lymphe ist ein Capitel,
i der Untersuchung noch ein reiches Feld der Thätigkeit darbieten würde.

e Gase der Lymphe. — HENSEN und DÄNHARDT fanden durch Kochen austreibbare
säure in der Menschenlymphe, die in der Lymphe an Natronphosphat gebunden war.
STEN konnte ausser geringen Stickstoffmengen in der Hundelymphe nur Kohlensäure
nachweisen. S. TSCHIRIEW fand den Kohlensäuregehalt der Lymphe erstickter Thiere
r als den des gesammten Blutes und Serums.

rveneinfluss auf die Lymphabsonderung. — Muskelbewegungen und Muskel-
e beschleunigen den Ausfluss aus Chylus- und Lymphfisteln zunächst durch die me-
che Pressung auf die gefüllten Gefässe (S. 383). GOLTZ sah die Lymphbewegung
inem Einfluss von Seiten der nervösen Centralorgane stehen (S. 383). NASSE konnte
nphmenge durch Reizung der Gefässnerven beeinflussen.
m bezeichnet vor Allem die Bewegung der Lymphe und der übrigen Gewebssäfte, so-
e nicht in den Bahnen der Blutgefässe, sondern durch die Zellen etc. der Gewebe statt-
als intermediären Säftekreislauf. Aus den kapillaren Blutgefässen treten er-

nährende Flüssigkeiten aus, welche nach Durchtränkung der Gewebe als Lymphe wieder den Blutstrom übergeführt werden. Die grosse Menge der Lymphe (etwa gleich der Blutmenge zu welcher noch die Darmlymphe (Chylus) mit den von aussen zugeführten und von den Verdauungsdrüsen so massenhaft ergossenen Flüssigkeiten kommt und die Gesammtmenge der Lymphe, je nach der Ernährungsweise wesentlichst beeinflusst, gibt uns ein Bild von dem mächtigen Strom von Ernährungsflüssigkeit, der beständig die Gewebe badet. Die Menge Flüssigkeit, die dem Gewebe zugeführt wird, ist zunächst abhängig von der Menge des strömenden Blutes.

Zur historischen Entwickelung der Lehre von der Lymphe und Lymphaufsaugung. — Im Jahre 1622 wurden die Lymphgefässe von Caspar Aselli entdeckt. Er nannte sie Vasa absorbentia, Saugadern, da man ihnen die Aufsaugung, welche man vorher den Blutgefässen, vor Allem den Kapillaren zugetheilt hatte, allein zuschreiben zu müssen glaubte. Allgemeine Beobachtungen über die Lymphe wurden schon von Sömmering u. gemacht: Sömmering entdeckte den Faserstoff der Lymphe. Aus dem Jahre 1799 stammen die ersten analytischen Untersuchungen von Reuss und Emmert. Sie erkannten die Lymphkügelchen, die in einer sonst gleichartigen Flüssigkeit aufgeschlemmt seien. Im Jahre 1825 untersuchte Lassaigne Lymphe aus den Lymphgefässen am Halse von Pferden. Eingehendere, vor Allem qualitativ wichtige Untersuchung fand die Lymphe von Tiedemann und Gmelin. Im Jahre 1831 wurde in Bonn, im Jahre 1838 in Halle eine Lymphfistel beobachtet, letztere wurde von Marchand und Colberg zu genaueren Analysen benützt, wodurch zu den schon erkannten Stoffen (Eiweiss, Kochsalz, Chlorkalium, phosphorsaurer Kalk) noch Fett, kohlensaures und milchsaures Alkali, schwefelsaure Kalkerde und Eisenoxyd hinzugefügt wurden. Aus dem Jahre 1832 sind die Untersuchungen von J. Müller über die Chylus- und Lymphkörperchen, an welche sich vor Allem die von C. H. Schultz 1836, die von Bisch... 1838 anschliessen. Auch die Untersuchungen von R. Wagner und H. Nasse sind zu nennen. Tiedemann und Gmelin haben, wie es scheint, die Fettkörnchen im Chylus und ihre Beeinflussung der Farbe desselben zuerst erkannt.

Endosmose. — Eine sehr vollkommene Auseinandersetzung der physikalischen Verhältnisse der Absorption durch Lymphgefässe und Blutgefässe gab Berzelius (Thierchemie 1... Das Phänomen der Endosmose wurde im Jahre 1816 von Porret entdeckt, zunächst gemischt mit derjenigen Flüssigkeitsbewegung durch electrische Ströme, die man jetzt das Porret'sche Phänomen nennt. Dutrochet hat dem Vorgang die Bezeichnung Endosmose und Exosmose beigelegt und die Aufmerksamkeit auf seinen Einfluss bei den Processen der lebenden Organismen gelenkt. Poisson hat eine mathematische Erklärung gegeben, welche die älteren Ansichten von G. Magnus bestätigte.

Die Bewegung der Lymphe in den Lymphgefässen

geht nur langsam und unter einem weit geringeren Druck als in den Blutgefässen vor sich (Noll); es sind die Widerstände in den Lymphdrüsen, welche die Strömungsgeschwindigkeit so sehr beeinträchtigen. Die Kräfte, welche die Lymphbewegung erzeugen, sind zum Theil dieselben, welche wir bald als Bewegungskräfte des Venenblutes wiederfinden werden. Vor Allem ist zu nennen die durch die Athmungsorgane und ihre Thätigkeit entstehende Aspiration des Thorax, welche auf die Lymphbewegung von Einfluss ist, da die Einmündungsstelle der Lymphstämme in das Venensystem und der grösste Theil des Ductus thoracicus in dem Brustraume sich befinden. Die reichliche Anwesenheit der Klappen macht jeden äussern Druck, ausgeübt auf die Lymphgefässe, zu einer Fortbewegungsursache für ihren Inhalt, da ein Rückfliessen

einmal vorwärts weggepressten Lymphe durch die sich entgegensetzenden ppen verhindern wird, derselbe Grund hindert von vornherein ein Rückrtspressen, mag der Druck stattfinden, wie und wo er will. So reichen schon Zusammenziehungen der die Lymphgefässe umlagernden Körpermuskeln . um die Lymphe und den Chylus (ebenso wie das Venenblut) vorwärts, der mündungsstelle in die Blutbahn zu, zu pressen, man hat das experimentell härtet. Doch scheint aus den neuen Untersuchungen aus dem LUDWIG'schen boratorium mit Sicherheit hervorzugehen, dass die Muskelbewegung nicht r einen schnelleren Lymphabfluss aus den Reservoirs derselben, sondern ch eine reichlichere Lymphbildung in den Muskeln selbst zur Folge hat f. unten). Der Saugmechanismus am Anfange der Chylusgefässe in den Zotten rd dadurch, dass er aus den Anfängen den Inhalt in die weiteren Gefässe presst und den vorher dort befindlichen also fortschieben muss, eine Gemtbewegungsursache. Ein eigentliches Centralbewegungsorgan für die mphe, wie es das Blut im Herzen besitzt, fehlt bei dem Menschen und bei den isten Thieren. GOLTZ hat einen von den nervösen Centralorganen ausgehen- Einfluss auf die Lymphbewegung und -Aufsaugung aufgefunden (cf. p. XXVI).

LUDWIG hat mit GENERSICH und SCHWEIGGER-SEIDEL nachgewiesen, dass die Sehnen und cien der Skeletmuskeln sich an der Aufnahme der Lymphe aus dem Muskelgewebe welich betheiligen. S. 375 wurde auf die Entdeckung v. RECKLINGHAUSEN's hingewiesen. in dem Centrum tendineum des Zwerchfells offene Mündungen: Stomata sich finden, che die Lymphe mit ihren Körperchen aktiv einsaugen. Analoge, nur sehr viel engere Oeffgen scheinen auch in den übrigen Fascien zu liegen, es gelingt nicht, Körnchen zum Ein- in die reichen Lymphgefässe dieser Organe zu veranlassen. Durch rhythmisches Auspan- und Erschlaffen der Aponeurosen saugen sich ihre Lymphgefässe mit Flüssigkeiten an. Da r Muskelaktion ein solcher Wechsel zwischen Anspannen und Erschlaffen der Aponeurosen itt, so wirken dann diese Organe wie Saugpumpen auf die Muskelgewebsflüssigkeit (Lymphe), bei aktiven und passiven Bewegungen der Muskeln sehr viel reichlicher, als in der Ruhe Lymphgefässe eingepumpt wird. Unter grössere Fascien z. B. F. lata eingespritzte Lösungen den durch dauernde passive Bewegungen bis in den Ductus thoracicus gepumpt. Im Mus- selbst sind die Lymphgefässe sehr wenig zahlreich. Die rhythmische, von der Peripherie n die Stämme fortschreitende Contraction der kleinen Lymphgefässe, die HELLER bei rschweinchen fand, wirkt in demselben Sinne. BRÜCKE hat in den Lymphdrüsen Zusamziehungen beobachtet.

Geschwindigkeit der Resorption und des intermediären Kreislaufs. — AMARA und HOUGHTON injicirten in eine (vorher entleerte) Hydrocele Jodtinktur und konnschon nach 4—5 Minuten Jod im Harn nachweisen.

Aerztliche Bemerkungen. — Die Menge der in dem Gewebe in einem gegebenen nt befindlichen Flüssigkeit (Lymphe) nimmt zu mit der Behinderung des tflusses in den Venen und Lymphgefässen. Dadurch regulirt sich die Höhe der Spannung Gewebe: Gewebsspannung, **Turgor**. Die Lymphgefässe müssen nach dem Gesagten Hauptregulatoren des Gewebsturgors aufgefasst werden. Sind die Regulatoren in ihrem te behindert, so entsteht **Oedem**, der Zustand krankhaft gesteigerter Gewebsspannung. Flüssigkeit, welche zu Lymphe wird, tritt aus den Kapillarwandungen zunächst in die webslücken, die Anfänge der Lymphgefässe, und in die Lymphkapillaren ein. In den tkapillaren herrscht ein höherer Druck als in den Lymphkapillaren, dieser Druckunterhied ruft, wenn die Gefässwände für Filtration durchgängig sind, ein berpressen von Flüssigkeit aus dem Blutserum in die Lymphgefässe hervor. Die Durchläsgkeit der aus Zellenprotoplasma bestehenden Gefässwände ist aber unter verschiedenen Um-

ständen sehr verschieden. Es sind neben der Erweiterung der normalen **Stomata** der Ge fässwände S. 375) chemische Umgestaltungen des Protoplasmas, welche hier wirksam werden ebenso wie bei den S. 133 beschriebenen Filtrations- und Imbibitionsversuchen: Bei Be einträchtigung der Lebensenergie der Gefässwände steigt ihre Durch lässigkeit. So erklären sich die Beobachtungen Cohnheim's über den Einfluss, welch Stauung des Blutes durch Behinderung des venösen Abflusses im Kapillarsystem auf Durchlässigkeit der Gefässwände für weisse Blutzellen äussern, die bald leicht bald gar ni hindurchgehen. Ebenso die Versuche Ranvier's, welche durch kapilläre Stauung oder Ve langsamung des kapillären Abflusses (durch Verengerung der Vena cava) mit gleichzeitig Steigerung des arteriellen Blutzuflusses (durch Durchschneidung der Gefässnerven) Oed der unteren Gliedmassen erzeugte. Tomsa und Nasse d. Aelt. sahen den Lymphstrom zun men bei Venenunterbindung oder Venenverengerung. Hier haben wir überall die Wirkun verstärkter Venösität des Blutes, welches das Kapillarprotoplasma umströmt, seine Leb energie herabsetzt und dadurch den Flüssigkeitsdurchtritt steigert. In analogem Sinn erk sich die Steigerung der Lymphbildung bei mit Curare vergifteten Thieren (Paschutin u. und z. Thl. bei der Muskelreizung.

Ehe man auf die Verschiedenheiten aufmerksam wurde, welche die Durchlässigkeit Kapillarwände je nach ihrer Lebensenergie zeigen, glaubte man, dass für die Lymphme die Druckhöhe im Blutkapillarsystem die Hauptbedingung sei. Die Versuche ergaben, mit Steigerung des Drucks im Blutkapillarsystem auch eine gesteigerte Lymphbildung erf aber diese Steigerung kann bei unversehrter Lebensenergie der Kapillarwände, wobei eine minimale Lymphbildung eintritt, nur undeutlich zur Beobachtung kommen; ist aber mal durch Störung in der Lebensenergie der Kapillarzellen die Filtration in erhöhtem Ma eingeleitet, so ist die Wirkung des gesteigerten arteriellen Drucks sehr auffallend und stant. So konnte Paschutin bei unvergifteten Thieren keinen oder wenigstens keinen kon ten Einfluss der Steigerung des Blutdrucks auf die Lymphmenge nachweisen, während curaresirten Thieren Steigerung des Blutdrucks (durch Erwärmen des Gesammtthiers) Lymphmenge deutlich ansteigen liess.

Nasse d. Aelt. sah nach Aderlassen (bei unvergifteten Thieren), nach Injection von verd ter Kochsalzlösung in die Gefässe die Lymphmenge steigen. Paschutin sah mit der Dauer Versuchs die Lymphmenge im Allgemeinen sinken, die festen Stoffe der Lymphe aber nehmen.

Pathologische Transsudate. — Chemisch ist die Oedemflüssigkeit, **Gewebswasser**, von der eigentlichen Lymphe wesentlich verschieden. Erstere zeichnet durch ihren hohen Wassergehalt aus. Eiweissstoffe enthält sie oft nur in geringsten Spu Regelmässig zeigen sich in den wahren Oedemflüssigkeiten und pleuritischen serösen Er sen reducirende Substanzen, Zucker; die Zuckermenge schwankt bei entzündlichen Exsud nach C. Bock von 0,06—0,2 %. C. Schmidt untersuchte mehrfach pathologische Transsud von einem und demselben Individuum in den verschiedenen serösen Höhlen im Bindegewebe, mit übereinstimmenden Resultaten. Wir geben eine seiner Versuchsreih 100 Gramm Flüssigkeit enthielten:

	Pleura:	Peritoneum:	Hirnhöhle:	Oedem der Extremität
Feste Stoffe:	36,05	21,09	16,46	11,30
Davon Salze:	7,55	9,77	8,48	7,70

Die Transsudate aus den verschiedenen Kapillarbezirken ordnen sich nach Schmidt stets der aus der obigen hier ersichtlichen Reihe: am ärmsten an organischen Stoffen (= Diff renz zwischen Salzen und festen Stoffen) ist die Oedemflüssigkeit der Extremitäten, am reich sten das Transsudat der Pleura, während die Mengen der anorganischen Salze sehr gering Schwankungen erkennen lassen.

Zur Entwickelungsgeschichte und vergleichenden Anatomie. — Im Froschla venschwanze sollen die feinen Lymphcanäle durch Zellenverschmelzung entstehen (Köllik

ı hat man die pathologische Neubildung von Lymphgefässen beobachtet. Aus dem uftreten von weissen Blutkörperchen im Blute des Embryo will man auf eine frühzeitige ›lung der Lymphelemente schliessen. Nach REMAK gehen die ersten Lymphzellen aus nzellen ihrer Gefässanlagen hervor, analog wie die ersten Blutkörperchen aus den ihrer Gefässe. Die Entstehung der Lymphdrüsen ist noch zu wenig erforscht, als · auf die vorliegenden Angaben eingegangen werden könnte. Nach ENGEL gehen sie ssentreibenden und vielfach sich windenden Lymphgefässen hervor. Die Lymphdrülen erst um die Mitte der Fötalzeit (KÖLLIKER) deutlich.

Entwickelung der Lymphgefässe und ihrer Drüsen im Thierreiche scheint überhaupt weiterer Ausbildung des Körpers verknüpft zu sein; entsprechend ihrem späteren Aufı Embryonalleben sollen sie bei Amphioxus fehlen. Peripherisch bilden die Lymphlurch reichliche Anastomosen eine Art von Kapillarsystem, daraus gehen allmälig weime, entweder Canäle oder unregelmässig abgegrenzte Sinuse, hervor, an deren Stelle den höheren Abtheilungen Gefässe treten, die im Bau mit den Venen verwandt sind ıUR). In der Nähe der Einmündung in Venen zeigen bei manchen Thieren die efässe beträchtliche Erweiterungen, deren Wand, durch einen Muskelbeleg ausge-, rhythmische Contractionen ausführt: **Lymphherzen.** In einzelnen Fällen wurden Con-ınen am Caudalsinus von Fischen beobachtet. Bei den Reptilien, dann bei dem und dem Casuar und einigen Schwimmvögeln finden sich (1 oder 2) hintere Lymph-Bei Fröschen sind sie sowohl an den hinteren als vorderen Mündungsstellen vorhanvorderen lagern auf den Querfortsätzen des dritten Wirbels, die hinteren hinter den ınen. Der Herzraum ist bei Vögeln mit Muskelbalken und bindegewebigen Strängen tzt. Die Fasern sind quergestreift. An allen wahren Lymphherzen besteht ein Klaprat. Nach Einigen sollen die nervösen Centralorgane der Bewegung der Lymphherluckenmark, nach Anderen in der Herzsubstanz selbst liegen, wahrscheinlich liegen ·iden Orten.

Beispiele der Zusammensetzung der Lymphe von Thieren mögen folgende Anaenen nach Beobachtungen von NASSE am Hunde und C. SCHMIDT am Pferde (Füllen):

	I Pferd:	II Hund: a) bei Hunger:	b) bei Fleischnahrung:	c) bei vegetabilischer Kost:
. . . .	955,36	954,68	953,70	958,20
›ffe	44,64	45,32	46,30	41,70
eren Fibrin. . .	2,18	0,59	0,72	0,45
sche Salze . . .	7,47	NaCl: 6,72	6,50	6,77

ganischen Salze zu I bestanden aus NaCl: 5,67; Na_2O: 1,27; K_2O: 0,16; SO_3: 0,09; Alkalien gebunden): 0,02; $Ca_3(PO_4)_2 + Mg_3(PO_4)_2$: 0,26 (v. GORUP-BESANEZ).

II. Das Blut.

Zehntes Capitel.

Das Blut und die Blutdrüsen.

Allgemeine Functionen des Blutes.

Die Aufgaben, welche das Blut als Flüssigkeit im Organismus zu erfüllen hat, sind wesentlich zweierlei Art. Es hat einerseits den Organen die Stoffe zu liefern, welche diese zu ihrer Thätigkeit bedürfen, also die innere Organernährung zu besorgen. Die Thätigkeit aller Organe beruht im Wesentlichen auf dem regelmässigen Fortgang von organischen Oxydationsvorgängen. Das Blut führt, um das Organleben zu erhalten, den Organen nicht nur das oxydirbare Material, sondern auch den oxydirenden Sauerstoff zu, der in gewissem Sinne auch als ein Nahrungsstoff und zwar als der wichtigste aufgefasst werden kann. Neben diesen Ernährungsleistungen des Blutes, die sich im Allgemeinen als eine Stoffzufuhr zu den Organen kennzeichnen, fällt dem Blute die zweite Hauptaufgabe zu, die in den Organen unbrauchbar gewordenen oder unverbraucht austretenden Stoffe aus diesen wieder aufzunehmen. Letztere werden theilweise anderen Organen als Nahrungsstoffe zugeführt, soweit sie [redacted]

ffverkehr zwischen Gewebsflüssigkeit und Blut eintreten lassen und h dem durch das lebende Protoplasma in gesetzmässiger Weise um- n und bedingten Vorgang der Osmose und Filtration (S. 130). Da- ass das Blut sich beständig durch Neuaufnahme von Stoffen aus dem wohl als aus den Geweben in seiner Concentration und Zusammen- erändert; dadurch, dass es gewisse Stoffreihen beständig wieder aus ernt, behält es fortwährend die Fähigkeit, den osmotischen Verkehr Gewebsflüssigkeiten zu unterhalten. Es wird somit das kreisende Blut Bewegungsursache für den mächtigen intermediären Säfte- on Zelle zu Zelle, der den Organismus in breitem Bette unablässig mt. Die beständige Veränderung des Blutes durch Stoffaufnahme und nacht während des Lebens eine endliche Ausgleichung der Zusammen- n den beiden gegen einander diffundirenden Flüssigkeiten unmöglich, lso hierin niemals ein Ruhezustand erfolgen kann. Die lebenden Organe ohne Blut den Dienst sehr bald vollkommen. Es rechtfertigt diese ing die hohe Meinung der Alten von dem Blute, das man als das he Lebensprincip ansah, ja das von Philosophen des griechischen Alter- KRITIAS in ARIST. de anim. L. I, c. 2) sogar geradezu als Seele be- wird. Wenden wir uns zu seiner näheren Betrachtung.

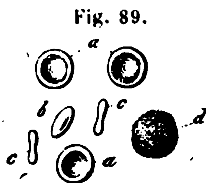
Physikalische Analyse des Blutes.

lange das Blut in den Blutgefässen sich bewegt, besteht es aus einer oder schwach hellgelblich gefärbten, etwas klebrigen Flüssigkeit: itplasma, Plasma sanguinis, von alkalischer Reaktion, — die durch n (Gerinnen) und Muskelaktion abnimmt (PFLÜGER, ZUNTZ, J. RANKE), — em Geschmack und eigenthümlichem Geruche und aus einer sehr be- en Anzahl in dieser Flüssigkeit schwimmender zelliger Elemente, welche, ssten Theile roth gefärbt, zum kleineren farblos, das Blut an die Gewebe ers anreihen: das Blut ist ein flüssiges Gewebe. Die beiden annten Zellformen werden als Blutkörperchen: Blutzellen — ula sanguinis — bezeichnet und als rothe und weisse Blutkör- n oder Blutzellen unterschieden. Sobald das Blut nicht mehr dem Ein- lebenden Gefässwand unterliegt (BRÜCKE), scheidet sich Faser- ibrin, aus dem Plasma aus und bildet ohne Volumsänderung das üssige Blut zu einer festweichen Masse: Cruor, Blutkuchen, um, wel- Blutkörperchen in sich einschliesst. Nach kurzer Zeit beginnt der ien sich zu contrahiren und presst eine helle, gelbliche Flüssigkeit: rum aus sich heraus, welches als Plasma ohne die Faserstoff bilden- fe zu betrachten ist. Die in dem Faserstoffgerinnsel eingeschlossenen lutkörperchen geben diesem seine gesättigt rothe Farbe. Bei manchen z. B. beim Pferde, aber auch hier und da bei dem Menschen beson- ihrend gewisser entzündlicher Allgemeinkrankheiten tritt die Blut- ig nicht sofort ein. Die rothen Blutkörperchen, welche specifisch r sind als das Plasma, das im Durchschnitt ein specifisches Ge- n 1,027 besitzt (das spec. Gew. des Gesammtblutes beträgt im Mittel 55: nach WELCKER ist das specifische Gewicht der rothen Körperchen

= 1,105), erhalten Zeit, sich zu senken, so dass vor der Gerinnun blutkörperchenfreie obere Schicht auf dem Blute sich bildet, welche n Plasma besteht. Gerinnt nun solches Blut, so sitzt dem sonst rothei kuchen eine farblose oder weissgelbliche Schicht von grösserer oder gerer Dicke auf, welche nur aus Faserstoff, weissen Blutzellen und schlossenem Serum besteht, man hat sie, da sie in Beziehung zu den I dungskrankheiten zu stehen schien, als Crusta phlogistica beze Die Gerinnung des Faserstoffes geschieht in faserigen, netzförmigen welche, wenn der Gerinnungsvorgang ganz ruhig verlief, anfängli ganze Flüssigkeitsmenge in eine mehr oder weniger steife Gallerte v delt, obwohl die absolute Menge des aus dem Blute sich abschei Faserstoffes stets nur eine sehr geringe ist. Wird das Blut während des nens mit einem Stäbchen geschlagen, so scheidet sich der Faserstoff Stabe in zähen Fasern ab, die durch chemische Reinigung frei von den B theilen der Blutkörperchen und weiss erhalten werden können. Die B perchen bleiben in der Flüssigkeit: defibrinirtes Blut.

Die rothe Farbe des Blutes rührt allein von den rothen körperchen her. Sie sind beim Menschen mikroskopisch kleine ru Gebilde, biconcave Scheibchen (Fig. 89 a ohne Zellenkern. Im Blute sind sie in so Zahl vorhanden, dass bei mikroskopiscl trachtung fast das ganze Blut aus ihnen stehen scheint. Vierordt zählte in 1 Cub meter Blut kräftiger Männer etwas über 5 rothe Blutkörperchen. Bei Frauen soll die schnittszahl im Mittel nur 4500000 be Rechnet man für den Erwachsenen als Ge Blutmenge 5 Kilogramm, so erhalten die 250000 Millionen Blutkörperchen. Nach Welcker kommen auf je 50 (S. 390) rothe im normalen Blute ein weisses Blutkörperchen, nur i venenblute findet sich eine viel bedeutendere Anzahl weisser Körp dort kommt ein weisses schon etwa auf je 70 rothe (cf. unten). Das eines rothen Blutkörperchens berechnet Welcker zu 0,000000072217 millimeter; seine Oberfläche zu 0,000128 Quadratmillimeter. Die Ge oberfläche aller Blutkörperchen eines Menschen stellt sich Welcker bei nur 4400cc Blut auf 2816 Quadratmeter, für 5000cc auf 3200 Q meter. Das Gewicht eines Blutkörperchens berechnet sich auf 0,000 gramm.

Fig. 89.



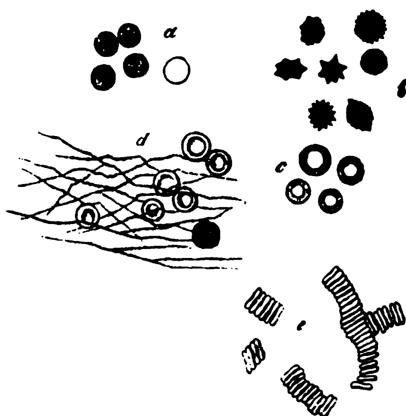
Blutzellen des Menschen; a a von oben, b halb, c c ganz von der Seite gesehen; d ein Lymphkörperchen.

Die specifische Wärme des Blutes bestimmte A. Gamgee gl des Wassers im Mittel zu 1,02, während F. Davy 0,812—0,934 gefunde wenn Wasser = 1 gesetzt ist.

Die Anzahl der rothen Blutkörperchen in einem bestimmten Volumen ist in schiedenen Blutprovinzen des Körpers nicht die gleiche. Diese Schwankungen ze deutlich im venösen Blute, dagegen vermisst man sie im arteriellen. Auch nach seren oder geringeren physiologischen Thätigkeit der Organe finden sich solche Schw in ihrem Venenblut. Das Venenblut der Muskeln wird reicher an Blutkörperchen be contraction, das der Milz während der Verdauung, das der Darmvenen dagegen in

MALASSEZ,. Vorgänge, welche sicherlich vor allem auf den constatirten gesteigerten rlust des Blutes in den verbrauchenden Organen zu beziehen sind.
änder der rothen Blutscheibchen sind abgerundet, die beiden Flächen concav kt, so dass sie biconcaven optischen Linsengläsern ähneln. Die centrale Depression je nach der Einstellung des Mikroskopes bei der Betrachtung der Körperchen von : entweder als ein heller oder ein dunkler mittlerer Fleck dar. Von der schmalen ehen erscheinen die rothen Blutkörperchen als kleine in der Mitte verschmälerte, uitförmige Stäbchen. Wenn sie sich im gerinnenden Blute senken, so legen sie sich lenähnlich« mit der flachen Seite an einander. Wasserzusatz macht sie kugelig und endlich zerreissen, bei Verdunstung des Blutes oder durch Salzzusatz schrumackig ein (Fig. 90). Unter dem Mirscheint ihre Farbe gelbroth, erst n grösserer Anzahl vorhanden sind, e tiefgesättigte Farbe des Blutrothes. ı das Blut auch in dünnen Schichten :htig. KÖLLIKER und KOLLMANN nehmen ıembran der rothen Blutkörperchen KOLLMANN umschliesst letztere ein aus einem Netzwerk feiner, leicht »Eiweiss«-fäden bestehendes Stroma, Zwischenräumen das Hämoglobin sei. Nach BRÜCKE's und ROLLETT's :nden Untersuchungen sind die Blutı aus einem Stroma (Ökoid) und dem en rothen Inhalt (Zooid) zusam-. Letzterer kann durch Wasser (Borırch Entladungs- und Inductionsm Austreten aus dem Stroma ge-'den. Er färbt dann das Serum, und rperchenstroma bleibt ungefärbt zu-

Fig. 90.



Menschliche Blutzellen *a* unter Wassereinwirkung; *b* in verdunstetem Blute; *c* aufgetrocknet; *d* in geronnenem Blute; *e* rollenartig an einander gelagert.

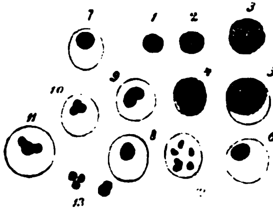
lann rothgefärbte Serum ist durchsichtig: lackfarben und dabei dunkler. Die Bluti wirken, so lange sie noch biconcav sind, als kleine Hohlspiegel, die das Licht reflec- diese Reflexion weg, so wird die Blutfarbe dunkler, das Blut durchsichtig. Durch contrahiren sich die Blutkörperchen, und die Reflexion wird stärker, die Blutfarbe unten venöses Blut). Entgasung des Blutes, Behandeln mit gallensauren Salzen, einen Mengen Alkohol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff wirken wie Wasserzusatz. ıut Gefrierenlassen des Blutes. Die Gesammtkörperchen und das Stroma für sich ne auffallende Elasticität, die ihnen erlaubt, bedeutende Formveränderungen zu er- diese wieder auszugleichen. Bei der Beobachtung des Blutkreislaufes unter roskop sieht man sie sich mit Leichtigkeit durch Kapillaren hindurch zwängen, lung weit geringer ist als der Durchmesser der Blutkörperchen. H. WELCKER fand lurchmesser der rothen menschlichen Blutkörperchen bei Männern im Mittel zu ı, ihre Dicke zu 0,0019 mm. Blut von weiblichen Personen gab etwas niedrigere ie Grössenschwankungen sind sehr bedeutend, das Maximum beträgt: 0,0086, das ı,0064 und noch weniger. Alle zwischen den beiden Endwerthen liegenden Grössen ı in demselben Blute ziemlich gleichmässig vertreten. Bei dem ebengenannten gen werden die Körperchen vorübergehend elliptisch, stäbchenförmig. An vorn Gewebskanten, an scharfen Theilungsstellen zweier Kapillargefässe kann man bleiben sehen, vom Blutstrom nach beiden Richtungen hin gezogen und gedehnt, so Gestalt eines doppelten Zwerchsackes erhalten, indem ihr Mittelstück fast fadengezogen wird, während die beiden Enden keulenförmig anschwellen (cf. Blutınter dem Mikroskop). Die Grösse der Blutkörperchen hängt c. p. von

dem procentischen Wassergehalt des Blutes ab. Je wasserreicher das Blut is eine desto grössere Menge von Wasser wird in die Blutzellen imbibirt und macht diese bis z einem gewissen Grade kugelig aufschwellen. Umgekehrt werden die Blutzellen kleiner durc grössere Blutconcentration. Es wird also mit der täglichen Veränderung der Blutmischu durch Nahrungsaufnahme die Gestalt der Körperchen wechseln müssen. HARTING fand di Blutzellen nach einer reichlichen Mahlzeit etwas kleiner. Auch nach andauernden Muskel krämpfen, in Folge deren das Blut concentrirter wird, sah ich die Blutkörperchen i Froschblute an Grösse im Durchschnitt etwas abnehmen. Bei Hydrämie sind die wa Blutkörperchen vergrössert. Sauerstoffeinwirkung vergrössert, Kohlensäure verkleinert Blutkörperchen (MANASSEIN).

Historische Bemerkung. — SWAMMERDAM entdeckte im Froschblute 1665 die roth Blutkörperchen, MALPIGHI 1661 beim Igel, LEEUWENHOEK beim Menschen 1673.

Ausser den farbigen findet das Mikroskop im Blute noch die schon nam gemachten weissen Blutzellen. Sie stimmen mit den Lymphzellen o Lymphkörperchen überein. Es sind wie jene in der Ruhe und im Tode ku lige, amöboide, blasse, hüllenlose Zellen, ihre Grösse beträgt im Mittel 0,0 —0,012 mm. Sie sehen feinkörnig aus mit unregelmässig körniger Oberflä der Kern scheint nur undeutlich durch. Hier und da finden sich in ihnen z oder selbst mehr Kerne, so dass sie an Eiterkörperchen erinnern (Fig. 89 d 91). Durch Essigsäure werden die Kerne de lich, indem sich das körnige Protoplasma aufh Neben solchen kleineren körnigen Zellen kom auch etwas grössere mit sehr durchsichtigem halte vor, meist mit mehreren Kernen. Die fa losen Zellen sind specifisch leichter als die fa gen. Während sich letztere im langsam gerin den Blute senken, schwimmen jene oben auf werden in grosser Anzahl in die Speckhaut eingeschlossen. J. MOLESCHOTT fand nach za reichen Bestimmungen 1 farbloses Körperchen 357 farbige (S. 388). Andere geben sehr viel ringere Zahlen an 1 : 1000 — 1 : 1500. A. SCH findet, dass sich ihre Zahl nach der Herausna des Blutes aus der Ader rasch vermindert. Unter gewissen krankhaften U ständen finden sich diese Körperchen sehr vermehrt im Blute vor. In Leukämie kann sich auf 7—21 rothe Körperchen schon 1 weisses finden. Le tere zeigen bei Körpertemperatur lebhafte Bewegungen, indem sie Fortsätze a senden und einziehen. RANVIER beobachtete direkt Theilung farbloser Bl körperchen (am besten im Blut des Axolotl), welche unter lebhaften amöboi Bewegungen vor sich ging, wobei sich der Kern passiv zu verhalten schi (Ueber Zwischenstufen zwischen rothen und weissen Zellen cf. unten.) Auss dem finden sich noch kleine gelblich gefärbte Körperchen: Microcythen i frischen Blute, öfters in grosser Anzahl. Bei säugenden Thieren soll das Bl Fettkörnchen enthalten können, ebenso nach Aufnahme fettreicher Nahru (HOPPE-SEYLER).

Fig. 91.



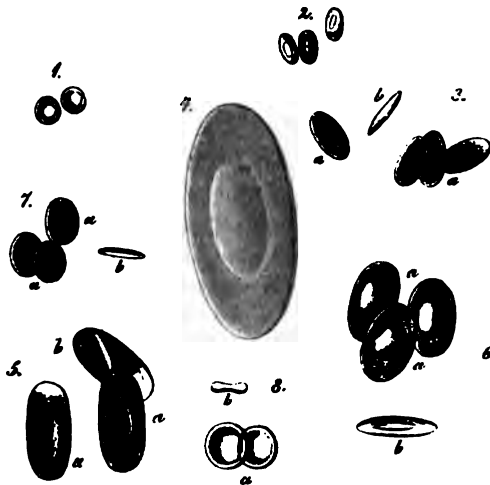
Zellen der Lymphe; bei 1—4 unverändert; bei 5 erscheint Kern und Schale; dasselbe bei 6, 7 und 8; bei 9 beginnt der Kern sich zu spalten, ebenso bei 10 und 11; bei 12 ist er in 6 Stücke zerfallen; bei 13 freie Kernmassen.

Ueberwanderung weisser Blutkörperchen in die Lymphgefässe. — Währ man bisher nur die Einwanderung der weissen Blutzellen in das Blutgefässsystem mit d

um kannte, wurde zuerst von HERING nachgewiesen und in der Folge von COHNHEIM, :LLER, THOMA u. A. bestätigt, dass auch in umgekehrter Richtung aus dem Blutgefäss- lie weissen Blutkörperchen in die Lymphgefässe zurückwandern. Der Austritt aus ıpillaren findet durch die »Stomata« derselben (ARNOLD u. A. S. 875) statt, und nach ung der dazwischen liegenden Gewebe wandern die Körperchen in die Lymph- enfalls durch Stomata ein, welche sich namentlich an den kleineren zahlreich nach- sen. In den Geweben nehmen die Zellen ihren Weg durch die Hohlräume des inter- Säftestroms in der Hornhaut also (cf. diese) in Zickzacklinien, deren Winkel sich iten annähern. Als Bewegungsursache wirkt neben der amöboiden Bewegung der n der Säftestrom der Gewebe mit.

'ergleichenden Anatomie und Physiolgie. — Die rothen Blutzellen der Säugethiere ähneln denen des Menschen, nur in der Grösse zeigen sich geringe ı. Die Blutzellen des Faulthiers, Brachypus didactylus und der Elephanten sind die letztere mit einem Durchmesser von 0,00926 mm, bei vielen anderen Säugern sind als beim Menschen, z. B. Pferd: 0,00546, Ziege 0,00359, die kleinsten hat Moschus),00207 (GULLIVER). Die Walfischblutkörperchen sind denen des Menschen im Durch- a gleich. Die Grössenschwan- ind bei allen Thieren den henblute beobachteten etwa Die rothen Blutkörperchen des .lpakas und Kameels sind heiben von 0,008 mm. Bei den Wirbelthierklassen vale Form mit Kern die herr- Nur bei niederen Fischen, en, findet sich die kreis- m wieder, das Blut des \us lanceolatus ist th und erinnert an das)ellosen Thiere. Bei den sitzt das ovale Körperchen ıgendurchmesser von 0,0144 mm, der Querdurchmesser ır etwa die Hälfte. Breiter r als bei den Vögeln sind die ırperchen der beschuppten ı. Bei nackten Amphibien ostomen (Rochen und Haien) sehr gross, bei Fröschen n Mittel 0,02179 mm lang. Bei chen steigert sich noch der Durchmesser, so dass man sie als feine Pünktchen mit ie erkennen kann, z. B. bei Proteus anguineus 0,056 mm (Fig. 92. 4.). Unter den Wir- n besitzen viele Ringelwürmer (Lumbricus terrestris) rothes Blut, bei den übrigen lut eine verschiedene Färbung: gelblich, grün, violett, bläulich, oder es ist voll- arblos. Der Farbstoff inhärirt hier dem Plasma, nicht den meist ganz ungefärbten n, die mehr an die Lymphzellen der Wirbelthiere erinnern. Der rothe Farbstoff Blutsorten der Wirbellosen ist Haemoglobin (ROLLET) (S. 392, 402).

Fig. 92.



Farbige Blutzellen; 1. vom Menschen, 2. vom Kameel, 3. der Taube, 4. des Proteus, 5. des Wassersalamanders, 6. des Frosches, 7. von Cobitis, 8. des Ammocoetes. Bei *a* Ansichten von der Fläche; bei *b* die seitlichen (meistens nach WAGNER).

lenge der Blutkörperchen im Blute verschiedener Thiere ist von VIERORDT ırden. 1 Kubikmillimeter Menschenblut hält nahezu 5 Millionen rothe Blutkörper- 14000 farblose, d. h. 350 : 1, was der Mittelzahl MOLESCHOTT's vollkommen entspricht. om Kaninchen von 2700000 bis fast 6 Millionen, vom Hund von 4 Millionen bis 5½ Die Zahlen schwanken in sehr weiten Grenzen bei gesunden Thieren derselben

Art. Das Murmelthier hat im Anfang des Winterschlafs 5800000, zu Ende nur noch 2300000. Nach MALASSEZ schwankt der Gehalt des Blutes in 1 Cubikmillimeter an rothen Blutkörperchen zwischen 8,5 und 18 Millionen, die grösste Zahl zeigen die Kameele, Delphine, Phocaena 3—4 Millionen, Knochenfische 700000—2 Millionen, Knorpelfische 140000—230000.

MALASSEZ nennt den Quotienten, welchen man erhält, wenn man die absolute Anzahl der Blutkörperchen durch das in Gramm ausgedrückte Gewicht des Thieres dividirt: Blutkörperchencapacität des Thieres. So ist z. B. die Blutkörperchencapacität eines Kaninchens von 2450 Gramm mit 919450 Millionen Blutkörperchen 378 Millionen. Diese Capacität schwankt im gleichen Sinn wie der Reichthum einer bestimmten Blutmenge an Körperchen bei den verschiedenen Thieren. Bei den Säugethieren steigt die Blutkörperchencapacitat nach der Geburt bis zur 3.—4. Lebenswoche an, um von da an wieder bis auf oder unter den Ausgangspunkt zu sinken, im erwachsenen Thiere ist sie dann wieder höher. Alle schwächenden Einflüsse vermindern die Blutkörperchencapacität.

Aerztliche Bemerkungen. — In einer Anzahl von Krankheiten zeigt sich die Anzahl der rothen Blutkörperchen vermindert, so bei maligner Anämie, bei allen cachectischen Processen. MALASSEZ fand auch bei chronischer Bleivergiftung eine Verminderung der Blutkörperchen in einer gemessenen Blutmenge um die Hälfte. Bei Erysipelas und Eiterung: bei Abscessen, eitriger Pleuritis, nach der Entbindung etc. ist die Zahl der weissen Blutkörperchen vermehrt.

Zur Technik der Blutanalyse. — Blutkörperchenzählung nach VIERORDT. Zuerst wird ein abgemessenes Blutvolum durch Zusatz eines grossen Volums einer Zuckerlösung mit etwas Kochsalz gleichmässig verdünnt. Dann lässt man in eine feine Kapillarröhre, die zur bequemeren Handhabung in ein weiteres Glasröhrchen durch einen Kork befestigt ist, eine winzige Menge der Mischung aufsteigen, deren Länge im Kapillarrohr man unter dem Mikroskop bestimmt. Die Weite des Lumens der Kapillarröhre hat man ebenfalls genau bestimmt. Daraus kennt man das Volum der Mischung und aus der bekannten (gemessenen) Verdünnung (etwa 1 : 4000) das Volumen des reinen Blutes, das in der Kapillare enthalten ist. Der Inhalt der Kapillare wird dann auf ein Glasblättchen (Objectträger) entleert, mittelst einer Nadelspitze mit einem Minimum Gummilösung vermischt und zu einem länglichen Streifen ausgezogen, welcher sogleich erstarrt und die Blutkörperchen wie eine Sternkarte enthält. Das Präparat wird mit einem in viele Quadrate getheilten Glasmikrometer bedeckt und dann die Blutkörperchen der einzelnen Quadrate der Reihe nach gezählt. Der Zählungsfehler ist nur etwa 1% bei verschiedenen Proben. Natürlich kann man in derselben Weise auch die mikroskopischen Elemente anderer Säfte, z. B. der Lymphe zählen (NASSE). MALASSEZ hat die Technik der Blutkörperchenzählung dadurch vereinfacht, dass er dieselben direkt in der Kapillarröhre selbst zählt.

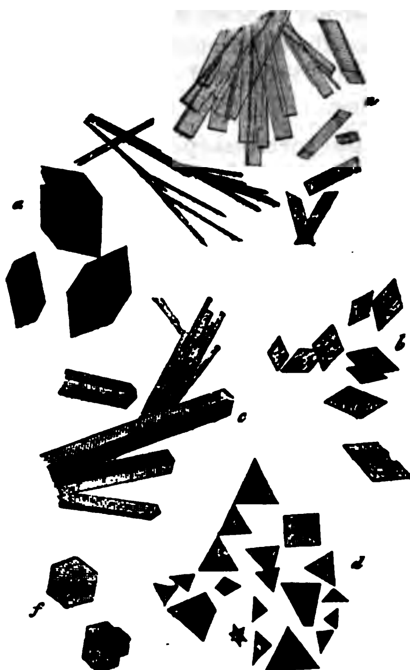
Chemie des Blutes (ohne die Blutgase).

Chemische Bestandtheile der rothen Blutkörperchen. — Unter den Bestandtheilen des Blutes sind die im Menschen- und Wirbelthierblute lediglich den rothen Blutkörperchen zugehörenden Blutfarbstoffe: Haemoglobin und Oxyhaemoglobin, am wichtigsten. Ausserdem wurden aus rothen Blutkörperchen des Menschen nach HOPPE-SEYLER von organischen Stoffen noch gewonnen: eine (wahrscheinlich den Globulinsubstanzen zugehörende) Albuminsubstanz, dann Lecithin und Cholesterin: von anorganischen Stoffen: Kalium, Natrium (?), Chlor, Phosphorsäure, Kohlensäure, in geringer Menge Calcium und Magnesium. Dagegen enthalten die rothen Blutkörperchen keine Seifen und neutralen Fette, wodurch sie sich von fast allen anderen Zellen unterscheiden. Der Natriumgehalt ist nicht immer zu constatiren und ist meist, wo er nachweisbar, sehr gering im Verhältniss zum Gehalt an Kalium. Darin stimmen die Blut

ıen überein mit den Zellen und Zellenabkömmlingen der Gewebe. :NGE soll sich aber das Verhältniss der beiden Alkalien bei den Blut-ıen des Hundes und der Rinder umkehren, sodass hier weit mehr Na-orhanden wäre. Die Alkalimetalle scheinen in den Blutkörperchen n Verbindung mit Kohlensäure enthalten zu sein. Wie die genannten hen Bestandtheile der Blutkörperchen in diesen neben einander oder ınder verbunden existiren, darüber wissen wir noch wenig Sicheres. EYLER glaubt, dass die Blutfarbestoffe sich mit dem Lecithin in einer ərlegbaren Verbindung befinden. Die Blutfarbestoffe würden danach plicirtesten organischen Bildungen des lebenden Organismus sein, von ir wissen, und ein Beispiel dafür abgeben, wie hochzusammengesetzt die protoplasmatischen Substanzen zu denken haben, von denen wir erst die mehr oder weniger veränderten Zersetzungsprodukte kennen. venösen Blute finden sich beide Blutfarbestoffe: Haemoglobin und emoglobin neben einander; ist das arterielle Blut mit genügenden offmengen gesättigt, so enthält es nur Oxyhaemoglobin.

Oxyhaemoglobin ist verhältniss-əicht krystallisirbar, das Haemo-ıt bisher nur als eine amorphe ekannt (HOPPE-SEYLER). Das noglobin ist schön hellroth. das lobin dunkler, mehr blauroth ıroitisch, im auffallenden Licht n durchfallenden Licht grün. erschied in der chemischen Zu-setzung beider Blutfarbestoffe ː desselben Thieres scheint le-larin zu bestehen, dass das Oxy-obin eine bestimmte Menge off lose gebunden enthält, wäh-əser lose gebundene Sauerstoff emoglobin fehlt. Concentrirte n von Haemoglobin verwandeln er den geeigneten Bedingungen - resp. Sauerstoffzutritt in eine e Krystallmasse von Oxyhaemo-

Fig. 93.



Blutkrystalle des Menschen und der Säugethiere. *a* Blutkrystalle aus dem Venenblut des Menschen; *b* aus der Milzvene; *c* Krystalle aus dem Herzblut der Katze; *d* aus der Halsvene des Meerschweinchens; *e* vom Hamster und *f* aus der Jugularis des Eichhörnchens.

Krystalle des Oxyhaemoglobins ı Blute der verschiedenen Wir-e (Fig. 93) gehören nach LANDOIS n rhombischen System an: nur snahme ist bisher bekannt: die estoff-Krystalle des Eichhörn-tes sind hexagonale Tafeln. Nach SEYLER deutet namentlich diese denheit in der Krystallform in Verbindung mit Verschiedenheiten in ichkeitsverhältnissen der verschiedenen Blutfarbestoffkrystalle auf eine

chemische Verschiedenheit der Oxyhaemoglobine im Blute verschiedener Thiere. Es ist jedoch bekannt, dass im Pferdeblut zwei verschiedene »Krystallarten« (HOPPE-SEYLER) vorkommen, welche sich leicht eine in die andere umwandeln, sodass es wahrscheinlicher ist, dass sich die Krystallisation in den beiden Krystallsystemen lediglich aus verschiedenen Krystallisationsbedingungen z. B. vielleicht verschiedenen Mengen von Krystallwasser erklärt bei sonst gleicher chemischer Zusammensetzung, analog wie kohlensaurer Kalk einmal als Aragonit rhombische, unter geänderten Krystallisationsbedingungen als Calcit hexagonale Krystalle bildet.

Haemoglobin wird durch verschiedene Agentien — Alkalien, Säuren, Alkohol, Erhitzen auf 100° — bei Abwesenheit von Sauerstoff in einen (bisher nur spectroskopisch bestimmten) rothen, eisenhaltigen Farbstoff: Haemochromogen (HOPPE-SEYLER) und einen Eiweisskörper gespalten. Das Haemochromogen geht unter Sauerstoffaufnahme in Haematin über. Das Haemoglobin enthält sonach zwei verschiedene Atomgruppen, von denen bei der wahrscheinlich unter Wasseraufnahme eintretenden Spaltung die eine Eiweissstoff, die andere Haemochromogen resp. Haematin liefert. Beide letztgenannten Stoffe sind sicher in allen Blutarten identisch und es unterliegt keinem Zweifel, dass es die Haemochromogengruppe ist, welche dem Haemoglobin die Fähigkeit ertheilt, Sauerstoff lose zu binden und dadurch in Oxyhaemoglobin überzugehen.

Die spectroskopischen Beobachtungen am kreisenden Blute scheinen zu beweisen, dass die rothen Blutkörperchen wirklich Haemoglobin und Oxyhaemoglobin enthalten, aber, wie oben bemerkt, wahrscheinlich noch in weiterer chemischer Verbindung. Die Fähigkeit, Sauerstoff lose zu binden und diesen leicht z. B. im Vacuum wieder abzugeben, welche dem Haemoglobin wie den lebenden rothen Blutkörperchen zukommt, bedingt die hervorragende Bedeutung dieses Stoffes für die physiologische Chemie der Wirbelthiere.

Genaue quantitative Analysen von frischen rothen Menschenblutkörperchen existiren noch nicht. C. SCHMIDT fand den Wassergehalt zu 68,163 %. JÜDELL und HOPPE-SEYLER haben neben trockenen Blutkörperchen von verschiedenen Thieren auch solche vom Menschen untersucht, wobei ziemlich grosse Schwankungen gefunden wurden:

	trockene Menschenblutkörperchen I.	II.
Oxyhaemoglobin . .	867,9	943,0
Eiweissstoffe . . .	122,4	51,0
Lecithin	7,2	3,5
Cholesterin . . .	2,5	2,5

Ein rothes Blutkörperchen aus dem Blut eines gesunden Menschen enthält nach MALASSEZ 27,7—31,9 Mikromilligramm Haemoglobin.

Als Beispiele vollständiger Analysen frischer rother Blutkörperchen dienen solche von Schweineblut und Rindsblut von G. BUNGE nach HOPPE-SEYLER

	feuchte Blutkörperchen	
	aus Schweineblut:	aus Rindsblut:
Wasser	632,1	599,9
feste Stoffe	367,9	400,1
Haemoglobin	261,0	280,5
Eiweiss	86,1	107,3
Lecithin, Cholesterin und andere organische Stoffe	12,0	7,5
anorganische Stoffe	8,9	4,8
davon K_2O	5,543	0,747
MgO	0,158	0,017
Cl	1,504	1,635
P_2O_5	2,067	0,703
Na_2O	0	2,093

Die elementare Zusammensetzung des Oxyhaemoglobins wurde von . Schmidt, Hoppe-Seyler und Kossel aus dem Blute verschiedener Thiere untersucht, die esultate stimmen gut überein. Als Beispiel diene eine Analyse des Haemoglobins der Gans loppe-Seyler): C: 54,26; H: 7,10; N: 16,21; O: 20,69; S: 0,54; Fe: 0,43. Ein früher vielch angegebener Gehalt an Phosphor ist wohl auf »Verunreinigungen« mit Lecithin resp. mit uclein (im Gänseblut) zu beziehen.

Die Mengen des Krystallwassers der Oxyhaemoglobine aus dem Blute verschiedener Thiere schwanken nach Hoppe-Seyler zwischen 3—9,4 %.

Zur Trennung des Oxyhaemoglobins von dem Reste der Blutkörperchenbestandtheile um Zweck der Krystallisation, genügt unter Umständen schon das Auswaschen der Blutörperchen durch Wasser, dasselbe bewirkt Gefrieren und rasches Aufthauen des Blutes, urchleiten electrischer Schläge, Behandeln mit gereinigter Galle, mit Aether, vollkommene ntfernung der Blutgase. Die Krystallisation bedarf zu ihrer Einleitung meist niederer Temeraturen.

Das Oxyhaemoglobin bindet wie die Blutkörperchen Sauerstoff lose und gibt ihn im Vacuum wieder ab, doch ist die Abgabe des Sauerstoffs immerhin etwas schwerer als von Seite der Blutkörperchen. Nach der Berechnung Hoppe-Seyler's sollten 100 Gramm Oxyhaemolobin bei ihrer Dissociation z. B. im Vacuum etc. 167,39cc Sauerstoff von 0° und 0,76 m ruck abgeben. Die gefundenen Maximalwerthe der Sauerstoffabgabe stimmen mit dieser erechnung gut überein.

Der vom Oxyhaemoglobin abzutrennende, locker gebundene Sauerstoff entwickelt sich nicht als Ozon, sondern als indifferenter Sauerstoff.

Ozon sowie alle oxydirenden Substanzen verwandeln das Oxyhaemoglobin zunächst, ehe die oben erwähnte Spaltung eintritt, in einen dem Oxyhaemoglobin sehr nahe stehenden amorphen Farbstoffkörper, das Methaemoglobin (Hoppe-Seyler). Es enthält weniger Sauerstoff als das Oxyhaemoglobin und mehr als das Haemoglobin, der Sauerstoff ist aber fester gebunden als im Oxyhaemoglobin und kann durch Evacuiren nicht mehr ausgetrieben werden. Die beiden Atomgruppen des Haemoglobins, Eiweissstoff- und Haematingruppe, sind auch im Methaemoglobin vorhanden, aber die Fähigkeit der lockeren Bindung von Sauerstoff ist der letzteren Gruppe verloren gegangen. Es gelingt jedoch leicht, Methaemoglobin in Haemoglobin zurückzuführen, wozu in neutraler oder schwach alkalischer Lösung Einwirkung reducirender Substanzen genügt. Säuren und Alkalien zerlegen Methaemoglobin auch bei Abwesenheit von Sauerstoff in Eiweissstoff und Haematin. Während aus Oxyhaemoglobin durch Fäulniss Methaemoglobin entsteht, geht letzteres bei Fäulniss ohne Sauerstoff in Haemoglobin über.

Das Haemochromogen Hoppe-Seyler's wurde zuerst an seinen optischen Eigenschaften von Stokes erkannt und als reducirtes Haematin beschrieben, da es sich in

schwach alkalischen oder neutralen Lösungen von Haematin unter der Einwirkung reducirender Substanzen bildet. HOPPE-SEYLER fand, dass das Haemochromogen direct aus der Spaltung des Haemoglobins bei Abwesenheit von Sauerstoff entsteht, sonach eine noch innigere Beziehung zum Haemoglobin erkennen lässt als das Haematin, welches erst durch Oxydation aus dem Haemochromogen hervorgeht.

Das Haematin hat die elementare Zusammensetzung C_{68} H_{70} N_8 Fe_2 O_{10} mit 8.8% Eisen und ebensoviel Stickstoff (HOPPE-SEYLER). Das trockene Haematin ist von brauner Farbe, in dünnsten Schichten durchsichtig, im auffallenden Lichte glänzend blauschwarz. Es lässt sich sehr rein aus seiner Salzsäureverbindung gewinnen, welche lange als TEICHMANN's Krystalle oder Haemin bekannt ist und bei Extraction getrockneten und gepulverten Blutes mit Eisessig bei Anwesenheit von Chlornatrium entsteht: $C_{68}H_{70}N_8Fe_2O_{10}$, 2 H Cl. (cf. unten: Blutnachweis). Das Haematin ist sehr widerstandskräftig gegen chemische Agentien, auch Fäulniss greift es nicht oder wenigstens nur sehr schwer an. Unter gewissen Einwirkungen bildet sich aber aus ihm das

Haematoporphyrin (HOPPE-SEYLER), ein neuer eisenfreier Farbstoff, unter Abtrennung von Eisenoxydulsalz. Es entsteht nach der primären Spaltung des Haemoglobins durch verdünnte Säuren bei Abwesenheit von Sauerstoff aus dem Haemochromogen. Entdeckt wurde der betreffende Farbstoff von MULDER, welcher durch die Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure auf Haematin ein eisenfreies Haematin darstellte. HOPPE-SEYLER findet, dass letzteres aus zwei eisenfreien Farbstoffen, dem bis jetzt noch wenig bekannten Haematolin von der Formel C_{68} H_{78} N_8 O_7 und dem Haematoporphyrin C_{68} H_{74} N_8 O_{12} gemischt sei. Letzteres ist trocken, glänzend, dunkelviolett in dünnsten Schichten mit grünlicher Farbe durchsichtig. Durch Reduction mit Zinn und Salzsäure in alkoholischer Lösung geht es in einen optisch von Hydrobilirubin nicht zu unterscheidenden Stoff über (HOPPE-SEYLER).

Höchst wahrscheinlich bilden sich die Gallefarbstoffe in der Leber aus der Haemochromogengruppe des Haemoglobulin. HOPPE-SEYLER führt als einen der Gründe dafür an das ausnahmslose Vorkommen von wahrer Galle mit Gallefarbstoffen und Gallensäuren bei Thieren mit rothen Blutkörperchen. Bekanntlich kommt aber gelöstes Haemoglobin auch im Blute wirbelloser Thiere vor. Besser gründet sich diese Annahme auf die nahe Uebereinstimmung der Gallefarbstoffe mit dem Haematin und die Bildung von Gallefarbstoff (Haematoidinkrystalle) in Blutextravasaten etc.

Die Bildung des Haemoglobins und die chemische Herkunft der Haemochromogengruppe ist noch ein vollkommenes Räthsel. Jedenfalls ist erstere an kein bestimmtes Organ geknüpft; abgesehen von den unten zu erwähnenden Erfahrungen über die Bildung der rothen Blutkörperchen zeigt das auch das Vorkommen eines mit dem Haemoglobin identischen Farbstoffes in den Muskeln der Wirbelthiere, sowie das Vorkommen gelösten Haemoglobins in dem Blute wirbelloser Thiere, des Regenwurms.

Das optische Verhalten der Blutfarbstoffe cf. bei Besprechung der Blutgase.

Die chemischen Bestandtheile der weissen Blutkörperchen sind jene, welche allen jungen entwickelungsfähigen Zellen eigen sind (cf. Chemie der animalen Zelle, Cap. II). Nach A. SCHMIDT geht ein grosser Theil der weissen Blutkörperchen nach der Herausnahme des Blutes aus der lebenden Ader rasch zu Grunde, wobei ein Ferment entstehen soll, welches sich an der Blutgerinnung betheiligt. SALOMON hat im arteriellen Blute von Hunden, im Aderlassblute vom Menschen Glycogen nachgewiesen, welches wohl den weissen Blutzellen zugehört.

Die Angaben, dass Blut kein Glycogen oder Dextrin enthalte (O. NASSE), beziehen sich wahrscheinlich darauf, das die sich lösenden rothen Blutkörperchen ein diastatisches Ferment entwickeln (TIEGEL), welches die genannten Stoffe rasch in Zucker umwandelt.

e Abweichungen in den chemischen Bestandtheilen des leukämischen Blutes ;en von normalem Menschenblut beruhen z. Thl. auf dem gesteigerten Gehalt des letz- n weissen Blutzellen; ob wir es aber hierbei mit normalen Verhältnissen der n zu thun haben, ist mehr als zweifelhaft.

as Plasma des Blutes. — Die Flüssigkeit des Blutes, das Blutplasma, be- zu etwas mehr als 90 % aus Wasser, in welchem zahlreiche organische ıorganische Stoffe gelöst sind; letztere werden als Blutsalze bezeichnet, ersteren beanspruchen quantitativ verschiedene Eiweissmodificationen rvorragendste Bedeutung. Ein procentisch geringer Antheil der letzteren et sich bei dem (S. 387) beschriebenen Vorgang der Blutgerinnung als n aus. Quirlt oder schlägt man das frisch aus der Ader gelassene Blut, so sich, wie oben gesagt, kein zusammenhängender Blutkuchen, sondern das ıs normalem Blute hierbei vollkommen abscheidende Fibrin hängt sich uptmasse nach an das Schlagstäbchen an und seine Gesammtmenge kann Coliren durch ein engmaschiges Gewebe von dem nun fibrinfreien = rinirten Blute abgetrennt, chemisch gereinigt und quantitativ be- t werden. Aus gesundem Menschenblut gewinnt man auf diese Weise ıen 0,1—0,4 % trockenes Fibrin, dessen procentische Zusammensetzung ıes wahren Eiweisskörpers ist: C: 52,32; H: 7,07; O: 23,0; N: 16,23; 15 (Kistiakowskyj), und welches durch chemische Einwirkung (z. B. ss) zunächst in eine Globulinsubstanz von den Eigenschaften des globulins übergeführt werden kann, welcher man bisher die Eigen- ›n des Fibrins (resp. der fibrinogenen Substanz) nicht mehr zurückzu- vermochte.

on dem Serum des Blutes unterscheidet sich das Blutplasma sonach seinen Gehalt an gelöster fibrinbildender Substanz oder Fibri- n. einem Stoffe, von welchem trotz zahlreicher Untersuchungen, welche be in neuerer Zeit durch viele Forscher (R. Virchow, Alex. Schmidt, Olaf rsten u. v. A.) erfahren hat, kaum mehr feststeht, als dass er ein zu den linsubstanzen (Hoppe-Seyler) zu rechnender Eiweissstoff ist. Von dem onst sehr nah verwandten Serumglobulin unterscheidet es sich dadurch, s, wie das Myosin, in neutraler Lösung durch Erwärmen schon bei 6° (Hammarsten, Fredericq) flockig zu einem coagulirten Eiweissstoff ge- während bei Serumglobulin die Coagulation erst bei 75° eintritt. Denis . Schmidt haben fibrinogene Substanz aus dem Blute bis jetzt mit mangel- ı Erfolg abzuscheiden versucht. Aus den Experimenten Gautier's, welche en, dass die Fibrinbildung aus fibrinogener Substanz nur bei Gegenwart Vasser erfolgt, schliesst Hoppe-Seyler, dass Fibrin aus fibrinogener Sub- durch Hydratbildung entstehen möge. Der Vorgang lässt sich sonach ben S. 70) an die Fermentwirkungen anschliessen. Alex. Schmidt, mmarsten u. A. nehmen in diesem Sinn die Bildung eines im lebenden nicht vorhandenen »Fibrinferments« an, dessen Quelle nach Ersterem eissen Blutkörperchen seien, welche sofort nach ihrer Entfernung aus ebenden Körper zum grossen Theile, unter Bildung dieses Ferments zer- sollen. Anfänglich hatte Al. Schmidt gelehrt, dass die Fibrinbildung dem Zusammenwirken zweier Globulinsubstanzen, Fibringenera- n, welche er als fibrinogene und fibrinoplastische Substanz

unterschied, vor sich gehe, wozu er nun noch als dritten Factor das Fibrinferment postulirt. Die fibrinoplastische Substanz stamme ebenfalls von den farblosen Blutkörperchen.

Trotz der vielen darauf verwandten Mühe ist die Frage noch keineswegs spruchreif. HOPPE-SEYLER fasst die bis jetzt feststehenden Resultate dahin zusammen: dass das Fibrin sich nur in Flüssigkeiten bilden kann, welche Fibrinogen enthalten; dass Lösungen des Fibrinogens für sich kein Fibrin geben, zur Bildung desselben also noch eine besondere Einwirkung und zwar eines oder mehrerer chemischer Körper (d. h. fibrinoplastische Substanz und Fibrinferment AL. SCHMIDT) erforderlich ist; dass dieser oder diese einwirkenden Körper von den farblosen Blutkörperchen geliefert werden.

Das Fibrin scheidet sich aus dem Plasma aus. Auch das Plasma, das man durch rasches Sinken der Blutkörperchen für sich ohne Blutkörperchen, z. B. aus Pferdeblut, erhalten kann, gerinnt. Aus Froschblut, dessen grosse Blutkörperchen nach Verdünnung mit Zuckerwasser abfiltrirt werden können, kann man (J. MÜLLER) ebenfalls gerinnendes Plasma erhalten. Doch scheint die Auflösung der Blutkörperchen immerhin mit zur Gerinnung beizutragen. Nach vorsichtigem Einspritzen von Galle in das Blut lebender Thiere tritt nach meinen von NAUNYN auch für arterielles Blut bestätigten Experimenten unter Umständen Blutgerinnung im lebenden Thiere ein, was NAUNYN zuerst nach Einspritzen von gefrorenem und wieder aufgethautem Blute beobachtet hatte, ebenso nach Aethereinspritzung, wodurch auch die Blutkörperchen gelöst werden. Beide Einflüsse zerstören, wie wir oben sahen, die rothen Blutkörperchen. A. HEYNSIUS lehrt, dass das Fibrin zum grossen Theil aus den Blutkörperchen stammt, bei Pferdeblut bis zu 90 %.

Es ist bisher noch immer räthselhaft, warum die Fibrinausscheidung im lebenden, kreisenden Blute nicht stattfindet, während sie auch in den lebenden Adern eintritt, wenn das in diesen enthaltene Blut durch Unterbindung des Gefässes stockt oder durch Reibung an Wandrauhigkeiten Verzögerung in seiner Bewegung erfährt. Wir haben es hier mit einem räthselhaften Einfluss der lebenden Gefässwand zu thun (BRÜCKE), der bisher jedoch einer genaueren Analyse getrotzt hat. Froschblut, mit einem lebenden pulsirenden Herzen über Quecksilber abgesperrt, gerinnt nicht. Bei dem Absterben der Gefässwand und bei der Blutgewinnung durch Aderlass tritt das Blut ganz, bei der Stockung der Bewegung innerhalb der lebenden Gefässe wenigstens der centrale Inhalt der Gefässe aus dieser Beeinflussung der Gefässwand heraus. Verzögert wird die Fibrinausscheidung durch gewisse Zusätze zum Blut, wie Kohlensäure und andere schwache Säuren, Alkalien, alkalische Salze. Durch Zusatz von 1 Theil einer 25 % Lösung von schwefelsaurer Magnesia und von Säuren bis zu merklich saurer Reaction wird die Gerinnung ganz verhindert (A. SCHMIDT). Der Zutritt der Luft beschleunigt die Gerinnung, ebenso eine Erwärmung bis auf 55° und Schlagen oder Quirlen. Ein gewisser Salzgehalt der Flüssigkeit ist zur Ausfällung des Fibrins erforderlich, dazu genügt ein 1 % Kochsalzgehalt. In salzfreien oder zu stark verdünnten Lösungen, welche alle drei A. SCHMIDT'schen Fibringeneratoren enthalten, tritt die Faserstoffgerinnung nicht oder langsam und nur theilweise ein.

VIRCHOW fand, dass das Blut in den Kapillargefässen der verschie

ı Organe **nicht gerinnt** und, auch nach dem Tode herausgelassen, kein ı ausscheidet.

ısser im Blutplasma findet sich Fibrinogen in der Lymphe, im Chylus, in der Pleura- ›ricardium-Flüssigkeit, ausserdem in Hydrocele- und in entzündlichen Exsudatflüssig- verschiedener Art.

e grundlegenden Experimente A. SCHMIDT's über Fibrinbildung wurden namentlich an :eleflüssigkeit angestellt. Obwohl dieselbe Fibrinogen enthält, so tritt doch spontan ierinnung resp. Fibrinausscheidung ein, eine solche erfolgt aber in kurzer Zeit, wenn nige Tropfen defibrinirten Blutes zusetzt. Hierbei kommt nicht nur das Fibrinfer- aus zerstörten weissen Blutzellen stammend, sondern auch die fibrinoplastische anz in irgend welcher Weise zur Wirkung. Wenn man anfänglich geneigt sein , die Wirkung der fibrinoplastischen Substanz auf das Fibrinogen als eine chemische lung der beiden Globulinsubstanzen zu Fibrin aufzufassen, so musste man diesen Ge- fallen lassen, als AL. SCHMIDT gefunden hatte, dass bei der Fibrinbildung kein be- s Aequivalent-Verhältniss zwischen beiden Substanzen obwalte. Die Mitwirkung der lastischen Substanz bei der Fibrinbildung, von HAMMARSTEN anfänglich ganz geleugnet, nfalls bis jetzt noch nicht definirt. HOPPE-SEYLER hält es, wie gesagt, für sehr unwahr- ch, dass das Fibrinogen bei der Fibrinbildung mit einem anderen Körper sich verbindet. : oben erwähnte Meinung, dass die rothen Blutkörperchen in irgend welcher Beziehung rinbildung stehen, ist zuerst von PRÉVOST und DUMAS, neuerdings wieder von HEYNSIUS rtreten worden. AL. SCHMIDT meint, dass das Fibrinogen in den rothen Blutkörperchen :. HOPPE-SEYLER beobachtete übereinstimmend mit HEYNSIUS und SEMMER, dass bei der der rothen Blutkörperchen eine zarte gallertige Gerinnung entsteht, welche ihm mit lung von Fibrin übereinzustimmen schien. HEYNSIUS lehrt, dass das meiste Fibrin aus hen Blutkörperchen stamme, bei Pferdeblut bis zu 90%. LANDOIS unterscheidet diesen n entsprechend zwischen Plasmafibrin und Stromafibrin, welches letztere ɜi der Lösung der rothen Blutkörperchen bilden solle. Da das Serum des Blutes ver- ·ner Thierarten auflösend auf die Blutkörperchen einer anderen Species wirke, so t bei Bluttransfusionen mit Blut fremder Species oder, wenn das eingespritzte cht mehr lebensfrisch ist, auch bei derselben Species leicht Gerinnung, namentlich in nen, deren Blutkörperchen unter der Einwirkung der Kohlensäure ohnedies leichter bar seien.

ıdere Erklärungen der Fibringerinnung übergehen wir, so die von DEUTSCHMANN, BIET und URBAIN u. A.

jenen fieberhaften Allgemeinkrankheiten: Pneumonie, Erysipelas, Rheumatismus , sowie bei Hydraemie, bei welchen das Blut die Bildung einer Crusta phlogistica 388 zeigt, ist das Fibrin quantitativ etwas vermehrt bis zu 0,5—1%.

manchen Fällen findet eine mehrfache Fibringerinnung in demselben · statt (R. VIRCHOW). Entfernt man das Fibrin nach der ersten Gerinnung, so folgt hier ı eine zweite und dritte Fibrinausscheidung. Hier scheint sich (aus der Lösung der Blutkörperchen?) also Fibrinogen neu zu bilden, da die beiden anderen A. SCHMIDT'- Fibringeneratoren im Blute stets im Ueberschuss enthalten sind.

ıas Blutserum. — Mit Ausnahme des Fibrinogens enthält das Blutserum die des Blutplasmas. Doch haben wir es bei dem Serum schon mit einer mehr weniger veränderten Substanz zu thun. Durch die Lösung der weissen Blut- rchen nach Ausfliessen des Blutes treten Stoffe in das Serum, welche 'lasma z. Thl. fremd sind, z. B. Fibrinferment, dann wechseln die anorgani- Salze theilweise ihren Platz, indem sich unter der Einwirkung der Koh- ıre ein gesteigerter Diffusionsverkehr zwischen Blutkörperchen und Blut- :keit einstellt (NASSE), Kochsalz geht in die Blutkörperchen, dafür Kalisalze

und andere feste Stoffe in das Serum. Die alkalische Reaction des Blutes nim wahrscheinlich durch Bildung einer Säure bei dem Absterben ab (ZUNTZ).

Konstant finden sich folgende Stoffe im normalen Serum: die Hauptmeng der festen Stoffe bilden zwei Eiweisskörper, Serumalbumin und Serum globulin (WEYL), (derselbe Eiweissstoff, welchen PANUM als Serumcaseïn be schrieben, AL. SCHMIDT als fibrinoplastische Substanz angesprochen hat), ausser dem findet sich Cholesterin, Lecithin, Traubenzucker, Harnstoff geringe Mengen eines gelben Farbstoffs, neutrale Fette, Seifen. Die an organischen Salze des Serums sind vorwiegend Natriumverbindungen m Chlor, Schwefelsäure, Kohlensäure, Phosphorsäure; die letztere Säure find sich auch in Verbindung mit Calcium und Magnesium, Kaliumverbindungen i grösseren oder geringeren Mengen wurden häufig nachgewiesen, von orga schen Stoffen: Kreatin, Sarkin, Harnsäure (bei Gicht). Die Fette und Seif sind besonders in der Verdauungsperiode reichlich.

HAMMARSTEN gibt für 100cc Blutserum des Menschen folgenden Geh an den beiden Eiweissstoffen an: 9,2075 feste Stoffe; davon Gesammte weiss 7,620; davon Serumglobulin 3,103; Serumalbumin 4,516. Aeltere Ang ben über die Menge der im Blutserum enthaltenen Globulinsubstanz geben u das 10fache geringere Werthe; HEYNSIUS fand für Menschenblutserum 0,38%.

CL. BERNARD hat nachgewiesen, dass das Blut unabhängig von der Nahru Zucker enthält; bei Fleischkost fand er im Hundeblut von 0,067—0,139% Werthe, welche mit den von v. MERING gewonnenen ziemlich übereinstimme 0,115—0,235%. Hunger zeigte keine Einwirkung. Der Zucker ist nach EWALD menschlichen Blute rechtsdrehend. Nach ABELES enthält das normale arteri Blut durchschnittlich 0,049%, das venöse im rechten Herzen (von demsel Thiere untersucht) 0,054% Zucker. Den Zuckergehalt des venösen Blutes dem rechten Herzen, der Vena cava ascendens und der Vena portarum dessel Thieres fand er gleich, im Mittel 0,053—0,054%. Der normale Zuckergeh des Blutes lässt sich sonach nicht allein aus der Leber ableiten, er stammt gross theils auch aus den Muskeln und anderen Organen; nach Ausschaltung der Le fand A. den Zuckergehalt des Blutes im rechten Herzen kaum bemerkbar v mindert. In Folge wachsender Blutverluste steigert sich der Zuckergeh des Blutes (CL. BERNARD, v. MERING) bis über 0,3% des Carotisblutserums. I Diabetes mellitus steigt der Zuckergehalt des Serums auf 0,9% (HOPPE-SEYL

Den Harnstoffgehalt des normalen Menschenblutes gab PICA zu ungefähr 0,016% an. Auch im Blute verschiedener Thiere ist es v POISEUILLE und GOBLEY zu etwa 0,02% gefunden worden. Am Hundeblut wu den viele Bestimmungen ausgeführt. WURTZ fand nach einer vorwurfsfrei Methode 0,0192%, nach den Angaben verschiedener Schüler HOPPE-SEYL schwankt nach gleicher Bestimmungsmethode die Menge von 0,011—0,085% Bei Nierenleiden: Uraemie steigt der Harnstoffgehalt des Blutes wie n Nierenexstirpation (PRÉVOST, DUMAS u. A.).

Harnsäure fanden SCHERER und STRICKER im Rinderblut zu 0,0031%, Menschenblut wurde sie bei Gicht in etwas grösserer Quantität nachgewie (cf. unten).

Kreatin bestimmte C. VOIT im Rinderblut zu 0,055—0,108%. I Hundeblut zu 0,03—0,07%.

Die Mengen des Cholesterin und Lecithin sind sehr gering und rechselnd, nie mehr als wenige Promille.

Neutrale Fette und die Seifen der Palmitin-, Stearin- und Oelsäure nden sich im Blut hungernder Thiere in geringer, während der Verdauung in össerer Menge. Bei Hunden bestimmte Röhrig die Fettmenge des Blutes nach ehrtägigem Fasten zu 0,5—0,7%, nach Fettfütterung bis zu 1,25%. Das utserum kann dann trübe wie verdünnte Milch erscheinen.

Fleischmilchsäure fand Salomon in Spuren im menschlichen Aderisblut, Spiro in grösserer Menge im Thierblut nach langdauernder electrischer iskelreizung. Meissner gibt Bernsteinsäure als Bestandtheil des Blutes n Pferd, Rind, Ziege an. Das mehrfach angegebene Vorkommen von Hippurure (Verdeil u. A.) konnte nicht sicher bestätigt werden. Salomon fand in nigen Fällen Spuren von Hippoxanthin im frischen Aderlassblut.

Ein Beispiel einer quantitativen Analyse der löslichen anorganischen ilze des Menschenblutserums gibt folgende Bestimmung von Hoppe-Seyler:

$NaCl$	4,92 pro mille
Na_2SO_4	0,44 - -
Na_2CO_3	0,21 - -
Na_2HPO_4	0,15 - -
$Ca_3(PO_4)_2$ / $Mg_3(PO_4)_2$	0,73 - -

Das Verhältniss von Kali zu Natron fand C. Schmidt im Menschenlutserum wie 0,387 : 4,290 und 0,401 : 4,294 pro mille. Bunge im hweineblutserum wie 0,273 : 4,272 pro mille; im Pferdeblutserum 0,27 : 4,43; Rindsblutserum 0,254 : 4,351. Das Natrium wiegt in der Serumasche stets er das Kalium vor, das Verhalten ist in dieser Hinsicht umgekehrt wie in der che der Blutkörperchen.

Das Gesammtblut. — Die Bestimmung des specifischen Gewichts des lutes erlaubt, da nach S. 387 das specifische Gewicht der rothen Blutkörrchen von dem des Blutserums resp. Plasma wesentlich verschieden ist, einen ckschluss auf den relativen Gehalt des Blutes an rothen Blutkörperchen und sma. Nach Nasse's Bestimmungen schwankt das specifische Gewicht des nschenbluts aber nur zwischen 1,050—1,059, sehr ähnliche Werthe fanden cquerel, Rodier und C. Schmidt.

Da nach der Angabe Hoppe-Seyler's das Fibrin lediglich vom Plasma geert wird und seine Ausscheidungsquantität in der gleichen Blutart eine fixe sse ist, so kann aus einer Bestimmung des Fibringehalts im Blutkörperchenien Plasma und einer Fibrinbestimmung im Gesammtblute das in letzterem haltene Gewicht an Plasma und damit auch an rothen Blutkörperchen beimmt werden. Die Methode ist aber bis jetzt nur für das relativ langsam genende und vor der Gerinnung eine Quantität Plasma abscheidende Pferdeht verwendet worden. Eine andere auch von Hoppe-Seyler angegebene Mede der Trennung der (organischen Stoffe der) rothen Blutkörperchen vom sma resp. Serum scheint weniger theoretisch unanfechtbare Werthe zu lien: dass auch die erstere Bestimmungsmethode neuerdings nicht unangefochten eb, ergibt sich aus der obigen Darstellung der Angaben über Abscheidung Fibrin aus den rothen Blutkörperchen. Auch auf den lediglich den rothen

Blutkörperchen zugehörenden Eisen- oder Kaliumgehalt (?) hat man en sprechende Berechnungen gegründet. Als Beispiel geben wir eine Analyse v Hoppe-Seyler und Sacharjin nach der erstgenannten Methode ausgeführt; 1000 Gewichtstheilen Pferdeblut wurden gefunden:

	Blutkörperchen:	Plasma:
Gesammtgewicht	327,78	672,22
darin feste Stoffe	128,19 = 39,10%	67,90 = 10,10%
- Wasser .	199,59 = 60,90%	604,93 = 89,90%.

Im Mittel aus 6 Analysen fanden sie 344,18 Blutkörperchen auf 655,8 Plasma.

Aus dem Eisengehalt des Blutes sowie aus colorimetrischen und spectr scopischen Versuchen haben verschiedene Forscher den Haemoglobingeha des Gesammtblutes zu bestimmen versucht. Nach Becquerel und Rodie Eisenbestimmungen berechnet denselben Preyer im Blute gesunder Männer 12—15%, im Blute gesunder Weiber zu 12—14%, im Blute von Schwanger soll der Haemoglobingehalt etwas geringer sein (8,81—11,67%). Specti scopisch bestimmte H. Quincke den Haemoglobingehalt im Blute von Frau zweimal zu 14%.

Als Beispiel einer quantitativen Zusammensetzung der Asche v Menschenblut diene eine Analyse von Henneberg. Das Eisen stam aus den Blutkörperchen, die Phosphorsäure z. Thl. aus Lecithin, die Schwef säure z. Thl. aus dem Schwefel der Albuminate. Kali 11,39%; Natron 36.2 Kalk 1,88; Magnesia 1,28; Eisenoxyd 8,80; Chlor 34,23; Schwefelsäure S(1,66; Phosphorsäure (P_2O_5) 11,26; Kohlensäure 0,96.

Subbotin fand, dass die relative Menge des Haemoglobins, auf das Körpergewicht bere net, bei Hund und Kaninchen eine ziemlich konstante Grösse ist auch bei verschied Gesammtblutmenge und Ernährungsweise. Beim Hund im Mittel auf 100 Gramm Körp gewicht 0,764 Haemoglobin im Mittel; bei einem wohlgenährten und einem hungern Kaninchen 0,346 und 0,848 Gramm (cf. Blutmenge).

Zur Entwickelungsgeschichte der chemischen Blutbestandtheile. — Bis z 12.—14. Tag sah Boll beim Hühnerembryo die Gerinnungsfähigkeit des Blu fehlen. Haemoglobin konnte er schon am 3. Tage spektroskopisch nachweisen. Das Fö blut des lebenden Meerschweinchenfötus enthält schon vor der ersten Athmung Oxyhae globin (Preyer und Schmidt).

Zur vergleichenden Physiologie des Blutes (cf. unten S. 410). — Die Kerne kernhaltigen rothen Blutkörperchen enthalten Nuclein, einen Stoff, welcher den kernlo Körperchen zu fehlen scheint (Plosz). Nasse und Andere haben über die Zusammensetz des Blutes verschiedener Thiere zahlreiche Untersuchungen angestellt, die jetzt bei versch denen Ernährungsweisen wiederholt werden müssen. Das Blut des Menschen und der Om voren soll am meisten Blutkörperchen und daher am meisten Eisen und lösliche Phosp enthalten, ebenso am meisten feste Stoffe und Fibrin; die Menge des freien (schwach geb denen) Alkalis im Menschenblut soll eine mittlere Stellung zwischen der Menge in dem I der Herbivoren und Carnivoren, die am wenigsten davon besitzen, einhalten. Das Blut Carnivoren enthält vielleicht etwas weniger (?) Blutkörperchen (cf. S. 391) weniger Fi und mehr Fett. Das Blut der Herbivoren ist am ärmsten an Blutkörperchen unter allen Sä thieren. Das Blut der Vögel enthält ebenso viel Blutkörperchen wie das des Menschen, ist reicher an Fibrin und Fett und ärmer an Albumin. Das Blut der kaltblütigen W belthiere enthält mehr Wasser und weniger Blutkörperchen als das Blut aller and Wirbelthiere.

›r Haemoglobingehalt des Säugethierblutes, aus dem Eisengehalt berech-
ɪᴇʏᴇʀ) oder colorimetrisch bestimmt, ergab folgende Werthe: für Rindsblut 11,43
$^{0}/_{0}$ (Pélouze); Kalbsblut 84,2—10,42 $^{0}/_{0}$ (Preyer, Subbotin); Schafblut 11,2 $^{0}/_{0}$ (Nasse);
›lut 11,62 $^{0}/_{0}$ (Nasse), Schweineblut 12,5—14,17 $^{0}/_{0}$ (Pélouze); Kaninchenblut 7,10
$^{0}/_{0}$; Hundeblut 9,37—14,5 $^{0}/_{0}$ (Subbotin, Hoppe-Seyler); Blut saugender Hunde 3,21
Subbotin); Rattenblut 8,85 $^{0}/_{0}$ (Preyer). Nach den zahlreichen vergleichenden Bestim-
ı Korniloff's verhält sich der Haemoglobingehalt (Vierordt's Extinctionscoëfficient):

bei Fischen . . .	0,3564
- Amphibien . .	0,3889
- Reptilien . .	0,4328
- Vögeln . . .	0,7814
- Säugethieren .	0,9366

r das Blut mancher Wirbellosen scheint das Kupfer neben dem Eisen eine
›agende Rolle zu spielen. Das Blut des Helix pomatia wird beim Stehen an der Luft
blau, Ammoniak hebt die Farbe auf, Salpetersäure soll sie zurückbringen, es gibt bei
Asche 0,038 Kupferoxyd, es enthält daneben aber auch Eisen (Genth, v. Gorup-Besa-
ıuch die Blutasche von Cephalopoden fanden Harless und Bibra kupferhaltig, ebenso
die von Limulus Cyclops, in der sich aber auch Eisen findet. Das Blut von Helix
a soll durch Zuleiten von Sauerstoff blau, durch Kohlensäure farblos werden, auch
ıt einiger Cephalopoden (Loligo und Eledone) soll einen »albuminoiden« kupferhalti-
ırper enthalten (L. Frédéricq), welcher durch Sauerstoff blau gefärbt wird; Näheres
ıs Haemocyanin S. 410. Auch im Blute von Sepien und Octopus konnten H. Müller
hlossberger Kupfer nachweisen. In dem Blute folgender niederen Thiere ist bisher
r neben Eisen, das in dem Blute dieser Thiere nie fehlt und zuweilen sogar in über-
der Menge vorhanden ist, nachgewiesen: Cancer vulgaris, C. pagurus, Eledone,
ias, Sepia und Octopus, Helix pomatia, Unio pictorum, Limulus Cyclops (v. Gorup-
ı).

Gase des Blutes.

›as Gesammtblut enthält Gase: Sauerstoff, Stickstoff und
ensäure. Auf dem Wechselverkehr der Gase der Atmosphäre mit den
ı und den sonstigen Stoffen der Gewebe, welcher durch das Blut vermittelt
beruht die Lebensmöglichkeit des höheren animalen Organismus.

Die Aufnahme des Sauerstoffs in das Blut ist zum grössten Theile un-
ıgig von den physikalischen Gesetzen der Gasdiffusion und erfolgt unter
Einwirkung einer Anziehung der Blutkörperchen und zwar ihres Farbstoffs,
aemoglobins, gegen dieses wichtigste Lebensbedürfniss. Die Sauerstoff-
ɛe im Blute ist also von der Haemoglobinmenge desselben abhängig, das
ıoglobin ist bei normaler Athmung in arteriellem Blute nahezu (etwa zu $^{9}/_{10}$)
auerstoff gesättigt. Das Blutserum besitzt keine stärkere Anziehung zu Sauer-
als einer Flüssigkeit von seinem Salzgehalte nach den allgemeinen Ge-
n der Gasdiffusion zukommt (L. Meyer), nach G. Hüfner sogar eine etwas
ıgere. Der Farbstoff der rothen Blutkörperchen bindet chemisch den
rstoff lose an sich, ohne sich mit ihm zu zersetzen, und besitzt die Fähig-
ihn wieder an andere Gewebe zur Oxydation abzugeben. Kühne beobachtete
t diese Sauerstoffabgabe an Flimmerzellen (S. 121). Die Verbindung ist
se, dass der aufgenommene Sauerstoff von dem Blute für gewöhnlich durch

dieselben Mittel getrennt werden kann, welche die Chemie dazu benutzt, gar indifferente Gase aus Flüssigkeiten auszutreiben. MAGNUS, LOTHAR MEYER, Cl BERNARD, dann SETSCHENOW, SCZELKOW, SCHÖFFER, PREYER u. A. in dem LUDWIG'schen Laboratorium, in der neuesten Zeit PFLÜGER sind es, denen wir vor Allem die Kenntniss des Gasgehaltes des Blutes verdanken. Sie haben die Gase, di sie untersuchten, aus dem Blute durch Auskochen, durch Einleiten andere Gase, oder am besten durch Hereinbringen des Blutes in den luftleeren Raum (TORICELLI'sche Leere) gesammelt. Die Quantität Sauerstoff, welche 1 Gramm Haemoglobin zu binden vermag, berechnet sich theoretisch zu 1,27cc. Di direkten Bestimmungen schwanken z. Thl. noch bedeutend unter diesem Werth (0,4—1,28cc [HOPPE-SEYLER]; G. HÜFNER fand 1,16cc), da die Anwesenhei sehr geringer Mengen anderweitiger oxydabler Stoffe das Resultat mehr ode weniger verkleinert.

Man hat lange daran festgehalten, dass ihr Eisengehalt es sei, welcher de Blutkörperchen die Fähigkeit, Sauerstoff anzuziehen, ertheile. Soviel ste fest, dass nicht den Eiweisskörpern der Blutkörperchen die besprochene Eige schaft zukommt. Nach FERNET soll auch das Serum etwas Sauerstoff unabhäng vom Druck aufnehmen, ein Resultat, welches dadurch zweifelhaft wird, da man Serum nie ganz haemoglobinfrei erhalten kann.

Der absolute Sauerstoffgehalt ist im venösen und arteriellen Blute ve schieden, aber natürlich auch in keiner dieser Blutarten jemals konsta da ja die Menge der Blutkörperchen je nach den Lebens- und Ernährung zuständen beständigen Schwankungen unterworfen ist und dem venösen Bl bei langsamerem Laufe oder während der Thätigkeit der Organe, die es durc strömt, mehr Sauerstoff entzogen werden muss. Bei raschem Strömen des Blu durch die Organe behält das venöse Blut unter Umständen fast ganz die hellro Färbung des arteriellen Blutes und damit auch einen grösseren Theil sei Sauerstoffgehaltes. SETSCHENOW fand im arteriellen Menschenblute 16,41 Volu procente Sauerstoff, in dem Blute aus der Carotis eines Hundes 15,05 V. p Im venösen Blute ruhender Muskeln, wo der Sauerstoffgehalt sehr schwank ist, fand SCZELKOW etwa 6 V. pCt. SETSCHENOW hat auch die Blutgase erstick Thiere untersucht und fand darin den Sauerstoff fast oder wirklich vollkom verschwunden, so dass sich nur noch Spuren von Sauerstoff oder keiner m durch Kochen und Auspumpen im luftleeren Raume austreiben liessen. Gwos und KOTELEWSKY fanden, dass das bei Luftabschluss aufgefangene venöse Bl erstickter und anderweitig gestorbener Menschen und Thiere nur den Abso tionsstreifen des reducirten Haemoglobins darbietet (cf. unten).

Der Stickstoff ist im Blute einfach dem Luftwerke entsprechend abso birt enthalten. Er beträgt etwa 1—2 V. pCt. MAGNUS und LOTHAR MEYER fand ihn hier und da in grösserer Menge vor, letzterer in einem, wie es schei extremen Falle bis zu 5 V. pCt. (Nach FERNET und SETSCHENOW ist vielleicht e kleiner Theil chemisch an die Blutkörperchen gebunden.)

Der beobachteten Sauerstoffverminderung im venösen Blute entspricht ei Vergrösserung des Kohlensäuregehaltes desselben. SETSCHENOW fand i Mittel im arteriellen Blute 30 V. pCt. Kohlensäure, SCZELKOW im Blute ruh der Muskeln 35 V. pCt. Ein Theil der Kohlensäure scheint im Bl einfach absorbirt und kann durch die oben erwähnten physikalischen Mittel a

elben ausgeschieden werden. Ein anderer Theil kann nur durch Säuren he nach PFLÜGER im Blute bei der Entgasung selbst entstehen, oder die zusetzen kann: Weinsäure) ausgetrieben werden, ist also fester chemisch den. Auch die auspumpbare Kohlensäure könnte möglicher Weise lose den sein. Die Kohlensäurebindung besorgen die Blutkörperchen nicht ur zum kleinen Theil. J. v. LIEBIG zeigte, dass das zweibasisch-phosphor-Natron des Serums diese Eigenschaft besitzt, Kohlensäure an sich zu bin- Es leuchtet ein, dass einfach-kohlensaures Natron, indem es sich zu lt-kohlensaurem Natron mit einem weiteren Antheil Kohlensäure verbin-ine lose Bindung, wie sie im Blute vorkommt, ebenfalls besorgen könnte.

n hat gegen die Betheiligung des letzteren Salzes an der Kohlensäurebildung einge-, dass das Blut alkalisch reagirt, während Lösungen, die absorbirte oder locker gebun-ohlensäure enthalten, sauer reagiren (PREYER). Dagegen haben PFLÜGER und ZUNTZ . dass Blut auch nach vollkommener Sättigung mit Kohlensäure alkalisch reagirt. Auch nbekannte Verbindungen in den Blutkörperchen glaubt man an der lockeren Bindung hlensäure im Blut betheiligt, da die Kohlensäureabsorption des Blutes nach an-esetzen mit dem zunehmenden Drucke wächst als die des Serums (PFLÜGER und ZUNTZ). osphorsaure Natron der Blutasche ist im Blute nicht in reichlicher Menge vorhanden nn sich dem entsprechend auch nur in geringem Grade an der Bindung der Kohlen-etheiligen. Es entsteht bei der Verbrennung aus Lecithin (HOPPE-SEYLER und SERTOLI). lensäure ist ähnlich wie der Sauerstoff im Blute theils einfach absorbirt, theils che-ocker gebunden; an welche chemischen Stoffe die Bindung der Kohlensäure statthat, aus dem Gesagten hervorgeht, jedoch noch nicht vollkommen eruirt. Das Plasma, ch die rothen (AL. SCHMIDT) und weissen Blutkörperchen enthalten Kohlensäure.

LMGREN und J. W. MÜLLER haben die Spannung des Sauerstoffs in den Blut-rchen bestimmt. HOLMGREN verfuhr in der Weise, dass er Blut im luftleeren Raum dunstung aussetzte, bis ein Manometer keine Druckzunahme anzeigte, worauf er den druck des Sauerstoffes in den abgedunsteten Gasen bestimmte. Die Sauerstoffspannung im Allgemeinen nach MÜLLER mit der Temperatur zu steigen. Die Abgabe von Sauer-s sauerstoffreichem Blut an sauerstoffarme Luft und die Aufnahme von Sauerstoff aus offreicher Luft in sauerstoffarmes Blut findet so lange statt, bis ein bestimmtes Verhält-wischen der Sauerstoffspannung im Blute und der Sauerstoffspannung in der über-den Luft eingetreten ist. Dieses Verhältniss wächst mit wachsender Temperatur. Der toffdruck hängt ab von der Menge der im Blut enthaltenen Blutkörperchen resp. der des Haemoglobins (Gasspannung im Blut cf. auch bei Athmung).

e besten Bestimmungen, welche wir bisher besitzen, sind die von PFLÜGER ausgeführ-us seinen im Jahre 1867 angestellten Versuchen ergibt sich für das arterielle Blut iger gesunder Hunde (100 Vol.):

Maximalwerth	des Sauerstoffgehalts	25,4	Volumprocent
Mittelwerth	- -	22,2	-
-	der Kohlensäure . .	34,3	-
-	des Stickstoffs . .	1,8	-
	Gesammtmenge	58,3	Volumprocent.

it geringere Werthe, bedingt durch weniger vollkommene Methoden der Blutgasge-g, ergeben Mittelzahlen aus 10 Analysen der Gase von arteriellem Hundeblut aus dem schen Laboratorium, in Volumprocenten bei 0° und 1 M. Hg. D.

	Gesammtgasmenge:	Kohlensäure:	Sauerstoff:	Stickstoff:
h LUDWIG . . .	45,9	29,7	14,6	1,6

Als Beispiel des quantitativen Gasgehaltes im Menschenblute mag ei stimmung von Setschenow dienen.

In 100 Volum Blut waren:		Oder 100 Volum Blutgase enthalte		
Gesammte Gasmenge	48,20	Sauerstoff	34,1	Volumproc
Sauerstoff	16,41	Stickstoff	2,4	-
Stickstoff	1,20	Kohlensäure	63,5	-
Kohlensäure:				
frei	28,27			
gebunden	2,32			
gesammt	30,59			

Die analytischen Resultate beanspruchen nur den Werth von Beispielen; bei den Sc kungen im Gasgehalte des Blutes unter verschiedenen Lebenszuständen des Thieres, vo man das Blut gewonnen, sind Mittelwerthe von untergeordneter Bedeutung. Näheres b Gaswechsel in der Lunge.

Das Gesammtblut hat viel mehr Gase als das Serum. Nach den vergleichende lysen, von Schöffer an Hundeblut angestellt, ergaben sich in einem Versuche folgend hältnisse in Volumprocenten:

	Gesammtgasmenge:	davon CO_2 auspumpbar:	CO_2 gebun
Blut	41,48	24,62	1,39
Serum	11,28	10,20	23,77.

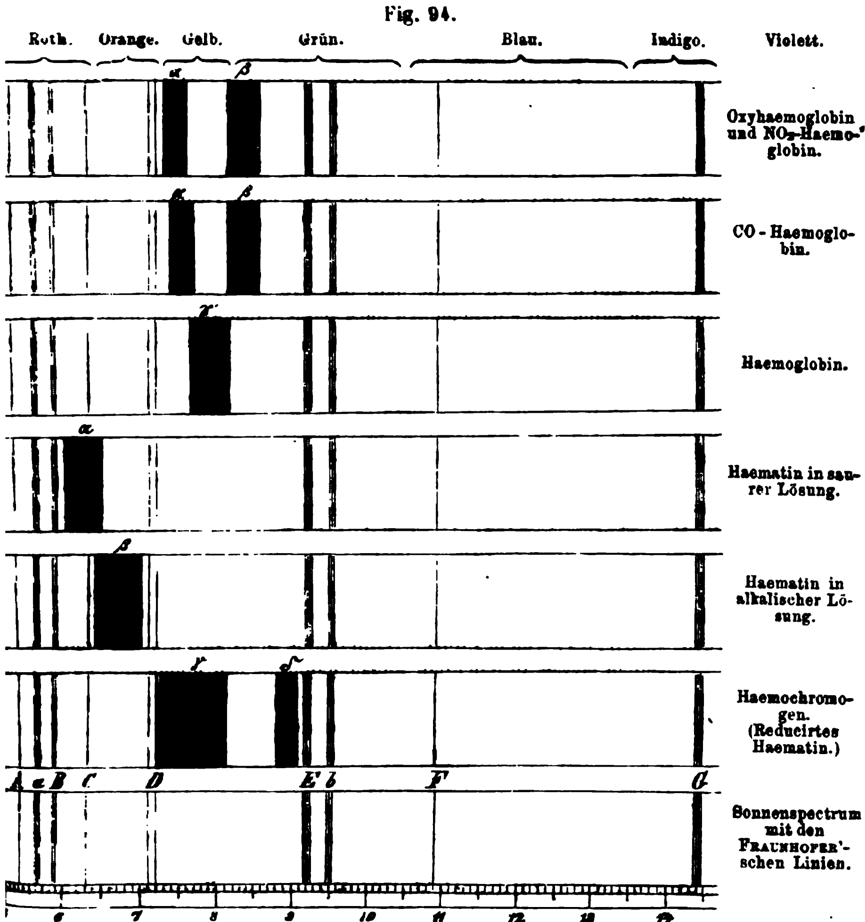
In Beziehung auf die Gewinnungsmethode der Kohlensäure ist zu bemerken, da gesagt, nach der Methode von Pflüger ein Säurezusatz zum Blute zur Austreibung des le nicht nöthig ist, da in dem Blute bei dem vollkommenen Entgasen eine Säure entsteht, die chemische Zersetzung selbst zu übernehmen vermag. Diese Säure des Blutes ent oder aus den Blutkörperchen. Sie entsteht in grösserer Menge bei Anwesenheit von mehr stoff, also im arteriellen Blute, und in venösem Blute, das mit Luft geschüttelt wurde, w aus den Beobachtungen von Pflüger, Schöffer und Preyer ergibt, dass die Kohlensäure ter aus den genannten Blutarten entweicht. Es scheint sich also die Säure durch Ox in dem Blute zu bilden. Nach den Untersuchungen Hoppe-Seyler's entstehen bei d setzung des Haemoglobins stets neben den Hauptspaltungsprodukten auch organische S unter denen er Ameisensäure und Buttersäure erkannte. Pflüger deutete darauf hi eine Säurebildung im normalen, kreisenden Blute stets stattfinden möchte, die in äh Weise sich an der Austreibung der Kohlensäure betheiligen würde. Nach meinen Be tungen, dass bei in der Zeit gesteigertem Stoffwechsel im Tetanus das Blut sogar im le Organismus (bei Fröschen) sauer werden könne, scheint diese Annahme kaum eine Hy mehr. Die Beobachtungen von Zuntz über Abnahme der Alkalescenz des Blutes bei d sterben desselben cf. oben.

Das optische Verhalten des Haemoglobins.

Die Krystalle des Oxyhaemoglobins sind doppeltbrechend und pleoch tisch. Reine Oxyhaemoglobinlösung zeigt eine schöne rothe Farbe, we unter Luftzutritt hergestellt wurde. Man beobachtet die Wirkung der Blu stoffe auf das durchfallende Licht, indem man Lösungen derselben von seIndem Gehalte und gleicher Schichtdicke vor den Spalt eines Spect apparates bringt und das Spectrum unter diesem Einfluss beobachtet (H Seyler). Concentrirtere Blutlösungen lassen nur den rothen Theil des Spec sichtbar. Bei fortgesetzter Verdünnung tritt Aufhellung bis zur Fraunhofer Linie *D* ein, dann tritt Licht zwischen der Linie *E* und *F* im Grün auf.

terer Verdünnung kommt das Spectrum bis zum Violett zur Erscheinung. bleiben nur zwei dunkle Absorptionsstreifen im grünen Theil s Spectrums zwischen *D* und *E*, die noch bei einer Lösung von $^1/_{10000}$ moglobin in 1 cm dicker Schicht nicht übersehen werden können. Der

Fig. 94.



te Absorptionsstreif (*α*) ist schmäler, dunkler und besser begrenzt, als der ihm durch einen hellen Zwischenraum getrennte zweite (*β*). Mit zunehnder Verdünnung verschwinden sie (zuerst *β*). Durch die Beobachtungen Stokes ist es erwiesen, dass diese beiden Absorptionsbänder dem Oxyemoglobin angehören. Durch Zubringen von Sauerstoff absorbirenden stanzen zur Blutlösung schwinden die beiden Streifen, während an ihrer t in dem hellen Raum, den sie zwischen sich liessen, ein breiter Schatten verwaschenen Rändern (*γ*) auftritt. Dieser einfache Absorptionsstreifen pricht dem (sauerstofffreien) Haemoglobin. Durch Schütteln mit Luft mt das Haemoglobin wieder Sauerstoff auf, verwandelt sich zurück in Oxy-

haemoglobin, die Lösung zeigt wieder die beiden Absorptionsbänder (α und β), die durch reducirende Mittel wieder in das einfache Band des Haemoglobins übergeführt werden können. VIERORDT lehrte die beiden Blutfarbestoffe im lebenden Menschenkörper direkt zu beobachten. Presst man zwei Finger fest aneinander und hält die Grenzlinie beider vor den Spalt des Spectralapparats, so zeigen sich die Oxyhaemoglobinstreifen. Unterbricht man dabei die Circulation in den Fingern durch Zusammenpressung mittelst Kautschukringen, so tritt das Band des Haemoglobins auf. Das Blut eines Tieferműdeten hat (VIERORDT, LENDNER) einen geringeren Oxyhaemoglobingehalt als das Blut eines eben durch den Schlaf gestärkten Menschen.

Die rothen Blutkörperchen zeigen im Mikrospektrum dasselbe Verhalten wie Haemoglobinlösungen (HOPPE-SEYLER, PREYER, STRICKER). Ein Blutkörperchen des gesunden Menschen enthält nach MALASSEZ 27,7—31,9 Mikro-Milligramm Haemoglobin.

Von den Gewebsbestandtheilen wird innerhalb des Capillarsystems, wie oben gezeigt, dem Oxyhaemoglobin der Sauerstoff entzogen, so dass das venöse Blut Haemoglobin enthält. Zur Anstellung des Grundversuches mit dem Spectralapparat kann man verschiedene leicht reducirende Flüssigkeiten verwenden, z. B. ein Gemisch von Eisenvitriol, Weinsäure und überschüssigem Ammoniak (STOKES), das man tropfenweise zusetzt, oder Schwefelammonium oder eine ammoniakalische Lösung von weinsaurem Zinnoxydul. Durch die beiden letzteren Flüssigkeiten, die farblos sind, wird die Farbe des Blutes dem venösen Blute ähnlich, das Roth nimmt ab, es bekommt einen Stich ins Bläuliche, in dünnen Schichten erscheint es grün. Durch reducirende Stoffe wird sonach das monochromatische Haemoglobin dichromatisch; Sauerstoff stellt die Monochromasie wieder her. (Ueber die Zersetzung des Blutfarbestoffs cf. S. 395).

Leitet man in die Blutlösung **Kohlenoxydgas**, so tritt eine leichte Verschiebung des ersten Streifens des Oxyhaemoglobins (α) nach dem zweiten zu ein, es ist das das Spectrum des Kohlenoxyhaemoglobins, welches durch reducirende Substanzen nicht sofort verändert werden kann, dieselben lassen in der oben angegebenen Weise angewendet die beiden Absorptionsstreifen bestehen. Wenn das Blut nicht vollkommen mit Kohlenoxyd gesättigt, wenn also noch Oxyhaemoglobin neben Kohlenoxydhaemoglobin in der Lösung vorhanden ist, so zeigt sich bei Anwendung reducirender Substanzen zwischen den bleibenden Absorptionsbändern des letzteren der Schatten des reducirten Haemoglobins. Analog wie Kohlenoxyd verhält sich **Stickoxyd**, seine nach Anwendung reducirender Stoffe bleibenden beiden Absorptionsbänder stimmen mit denen des Oxyhaemoglobins, wie es scheint, vollkommen überein.

Alle Einwirkungen, welche aus Haemoglobin durch Zersetzung **Haematin** entstehen lassen (S. 395), verändern auch das Spectrum des Blutes, wie schon der Uebergang des Roth der Lösung in Braun und Grün andeutet. Die nach solchen Einwirkungen im Spectrum erscheinenden dunklen Absorptionsstreifen werden von dem Haematin erzeugt. Das Haematin hat in saurer und alkalischer Lösung eine verschiedene Farbe, ebenso zeigt sich auch das Spectrum verschieden. Setzt man zu einer etwas concentrirteren Lösung von Blutroth oder Blut etwas Essigsäure, so schwinden die Streifen des Oxyhaemoglobin (α und β), und es tritt ein neuer Streifen auf, welcher die FRAUNHOFER'sche Linie C an der Grenze des Roth zu Orange deckt (α im Haematinspectrum). Uebersättigung mit Alkali schiebt den Streifen an die Grenze des Gelb nach D hin (β), und man kann willkürlich durch Ansäuern oder Alkalischmachen die beiden Streifen abwechselnd hervortreten lassen, von denen der in alkalischer Lösung weniger scharf begrenzt erscheint. Behandelt man die Haematin-Lösung mit der oben beschriebenen Lösung von Eisenvitriol (STOKES'sche Flüssigkeit), so treten zwei dunkle Streifen des reducirten Haematins, Haemochromogens (HOPPE-SEYLER), auf (γ und δ), von denen

etwa an derselben Stelle beginnt, wie der erste (α) des Oxyhaemoglobins, aber viel t, der zweite ist weiter gegen Grün (E) zugerückt als der zweite des Oxyhaemoglobins essen Absorptionsstreifen man die des reducirten Haematins verwechseln könnte. hütteln mit Luft verschwinden letztere aber gänzlich (Kühne). Preyer versetzte Blutlösungen mit Aethyläther und sehr wenig Eisessig, er bekam dann ein (Haematrum mit 4 Absorptionsstreifen, das er einem krystallirbaren Haematin, das toin nennt, zuschreibt. Ein Absorptionsstreifen liegt zwischen C und D, zwei D und E, von denen der erste sehr schwach, der zweite stark ist, der vierte liegt asselbe Spectrum sah zuerst Stokes. Es entsteht auch durch einen mit schwefelgem Alkohol bereiteten Blutauszug, ferner gaben viele Säuren (Oxalsäure, Phosphor- lpetersäure) mit verdünntem Blut oder Sauerstoffhaemoglobin mit oder ohne Aether ifen. In siedender Essigsäure gelöste Haeminkrystalle zeigen dasselbe Specr Unterschied des Haematoin von Haemin oder Haematin ist noch nicht bestimmt t, da die angebliche Entstehung ohne Kochsalz dafür kaum beweisend sein dürfte. man nur wenig Säure zum Blut, so wird, wie Lothar Meyer und Pflüger angaben, fester gebunden. Hierbei entsteht Peroxhaemoglobin, ein höher oxydirtes bin (Axel Jäderholm), welches bei Einwirkung vieler oxydirender Substanzen eben- :eht. Es zeigt in saurer und alkalischer Lösung die 4 Absorptionsstreifen des ematins.

s gab an, dass man durch reducirende Mittel aus Haematin wieder Oxy- bin erzeugen könne, es beruhte das wenigstens z. Thl. auf einer Verwechselung reducirten Haematin. Ein eisenhaltiges, saures Haematin soll nach Preyer iren, das Haematin in saurer Lösung sei eisenfreier Farbstoff mit Eisenoxydul in sung, eine Meinung, welche Axel Jäderholm als irrig widerlegte.

Untersuchungsmethode. — Das Spectroscop besteht im Wesentlichen aus k brechenden Prisma, durch welches der Lichtstrahl in sein Spectrum zerlegt wird. a ist bedeckt und es wird ihm Tageslicht oder das Licht einer (für die optische Blutung) leuchtenden Petroleum- oder Gasflamme durch ein Rohr zugeführt, dessen der Flamme zugekehrtes Ende bis auf einen feinen vertikalen Spalt verschlossen den das Licht eintreten kann. An dem gegen das Prisma gekehrten Rohrende be- eine achromatische Linse, durch welche die Lichtstrahlen parallel gemacht wer- en die eine Prismafläche ist ein astronomisches Fernrohr gerichtet, dessen Objectiv ist, dass das Spectrum in das Fernrohr eintretend dem Auge des Beobachters (etwa grössert erscheint. In den kleinen Steinheil'schen Spectroscopen trägt ein hr eine Millimeterscala auf einer Glasplatte, welche mit Staniol so weit bedass nur der schmale Streifen mit den Theilstrichen und Zahlen sichtbar bleibt. a wird durch eine dicht davor aufgestellte Lampe oder Kerze beleuchtet. Das durch lexion entstehende Spiegelbild der Millimeterscala erscheint in Folge der Stellung im Beobachtungsfernrohr an demselben Ort wie das Spectrum, so dass die Stellung gegenseitige Entfernung der Spectrallinien und Absorptionsbänder unmittelbar auf abgelesen werden können.

arbstofflösungen, welche spectroscopisch geprüft werden sollen, bringt man das Licht und den Spalt der erstgenannten Röhre, so dass das Licht durch die Lön Spalt eintritt. Man kann zur Aufnahme der Lösungen Proberöhrchen verwenden, en sich die von Hoppe-Seyler angegebenen Glaskästchen mit (planparallelen) Spiegeln, deren Abstand 1 Centimeter beträgt (Haematinometer). Die vier Glasplatten ens sind auf einander geschliffen, und werden durch einen auseinandernehmbaren n Metall mit Fuss gehalten. Man kann für viele Zwecke, wie bei dem Vogel'schen r Milchprobe, die Gläser auch definitiv in dem richtigen Abstand einkitten lassen.

pectroscopischen Untersuchung auf gewisse chemische Ele- amentlich Metalle, verwendet man bekanntlich nicht leuchtende Flammen 'sche Lampe oder eine Wasserstoffflamme), in denen man die betreffenden, zu

untersuchenden Stoffe glüht, wodurch die ihnen zugehörenden discontinuirlichen Spectr deren helle Linien z. Th. mit den dunklen FRAUNHOFER'schen zusammenfallen, erzeugt werde Die Natronflamme gibt z. B. eine einzige intensiv gelbe Linie auf dunklem Grunde ent sprechend der FRAUNHOFER'schen Linie D; Thallium gibt eine grüne, Kali eine rothe und ein blaue Linie auf fast dunklem Grund, wodurch die Erkennung dieser Stoffe und vieler andern ermöglicht ist.

E. RAY-LANCETER hat die in der Flüssigkeit gelösten Blutfarbstoffe niedere Thiere spectroscopisch untersucht und gezeigt, dass manche derselben mit dem Haemoglo bin, wie schon oben erwähnt, nahe verwandt sind oder übereinstimmen. L. FRÉDÉRICQ fan im Plasma des Blutes von Polypen (Octopus vulgaris) eine ungefärbte albuminoide Substan welche sich wie das Haemoglobin mit Sauerstoff lose verbindet zu einem Körper mit gesätti blauer Farbe: Haemocyanin; im Vacuum, in Berührung mit lebenden Gewebe beim Aufbewahren in einem geschlossenen Gefäss gibt er wie Oxyhaemoglobin den Sauerst ab und wird farblos; anstatt des Eisens im rothen Blutfarbestoff enthält dieser neue Blutfarb stoff Kupfer (S. 408).

K. VIERORDT prüfte das spectroscopische Verhalten verschiedener thierischer Farbsto Die gelben Farbstoffe des Blutserums, des Harns, der Hydroceleflüssig keit stimmen darin überein, dass die Absorption des Spectrums vom Roth gegen das viol Ende hin zunimmt, im Einzelnen zeigen sie aber so grosse Differenzen, dass man sie als ve schiedene Farbstoffe betrachten muss. Dagegen constatirte VIERORDT, dass spectroscopis der normale Harnfarbestoff immer die gleiche Substanz ist.

Die Absorptions-Spectren der Gallefarbstoffe, Lösungen von Bilirubin in Chlor form, zeigen nach VIERORDT keinen Absorptionsstreifen, dagegen zeigt die alkoholische Lösu des Biliverdin einen schlecht begrenzten in Roth.

Verschiedenheiten in der Blutzusammensetzung.

Es finden eine grosse Anzahl von Einflüssen auf die Zusammensetzung de Blutes im Organismus statt, und zwar nach den verschiedenen Gefässbezirk sehr wechselnde. Besonders war es die Pathologie, welche von vergleichen den Blutanalysen in Krankheiten sich eine grosse Hülfe für die Di gnose versprach, da man mit Sicherheit voraussetzen zu dürfen glaubte, dass d durch die krankhaften Stoffwechselverhältnisse des Körpers gesetzten Blutve änderungen gross genug sein würden, um sich der chemischen Analyse nic zu entziehen. Die Erwartungen der Pathologie wurden bisher ziemlich g täuscht. Der Grund liegt vor Allem darin, dass die Methoden der Untersuchu noch immer eine vollkommenere Ausbildung vermissen lassen, und dass d normalen Verschiedenheiten der Blutzusammensetzung an einer und derselb Stelle unter scheinbar unveränderten Bedingungen so gross sein können, da auch bedeutende Schwankungen noch innerhalb der Grenzen der möglich Fehlerquellen hereinfallen.

Arterielles und venöses Blut. Schon der alten Zeit ist der grosse Untersch aufgefallen, den das Blut in den beiden Hauptgefässabschnitten, im arteriell und venösen Systeme, zeigt. Diese Verschiedenheiten beziehen sich vor All auf die Farbe der beiden Blutarten. Während das venöse Blut dunkel, f blauroth erscheint und einen deutlichen Dichroismus erkennen lässt, ist d arterielle Blut hellroth und nicht dichroitisch. Man erkannte früh, dass die Farbenunterschied sich von dem verschiedenen Gasgehalt des arteriellen u venösen Blutes herleitet. Schüttelt man venöses, dunkelrothes Blut mit Saue

oder lässt es nur an der Luft in dünner Schicht der Berührung mit Sauer- ausgesetzt, so wird es hellroth. Leitet man dagegen Kohlensäure ein oder ttelt man das Blut damit, so verliert es wieder seine hellrothe Farbe und d dunkel. Treibt man im Vacuum alle Blutgase aus, so wird das Blut in ge Linien dicken Schichten schwarz.

Die Farbenänderung durch Sauerstoff rührt zumeist von einer directen Einkung desselben auf den Blutfarbstoff her. Auch Blutfarbstoff ausserhalb Blutzellen zeigt noch die hellere Röthung durch Sauerstoff. Die dunkle be scheint zunächst das Resultat des Sauerstoffmangels zu sein, da sie wie egeben am stärksten im ganz gasfreien Blute auftritt. Von dem Auftreten (sauerstofffreiem) Haemoglobin rührt vor Allem der Farbenunterschied und Dichroismus des venösen Blutes her. Das Oxyhaemoglobin ist monochromah. Einen Antheil an den Veränderungen der Farbe des Blutes sollen auch die tkörperchen selbst haben und zwar durch Gestaltveränderungen, die erleiden können. Verdünnt man Blut mit Wasser, so wird seine Farbe dunk-, dem venösen ähnlicher, setzt man zu dunklem Blute ein Salz, so wird die be mehr arteriell. Es ist unzweifelhaft, dass durch die Verdünnung mit sser und durch den Salzzusatz zu dem Blute die Form der Blutkörperchen e andere wird. Durch Wasser schwellen sie auf und verlieren mehr oder niger ihre bikonkave Gestalt, durch den Salzzusatz schrumpfen die Körperen. Man hat diese Formschwankungen als Grund der Farbenänderung hergezogen. Jedes normale bikonkave Körperchen muss als Hohlspiegel wirken, r das Licht concentrirt zurückwirft. Die kugeligen Flächen der gequollenen tkörperchen werden dagegen das Licht zerstreuen. Harless behauptete, dass r Sauerstoff die Blutkörperchen konkaver mache und schrumpfe, Kohlenre sie aber aufschwellen lasse.

Gorup-Besanez stellt die von Nasse, Lehmann u. A. gefundenen Unterschiede arteriellen und venösen Gesammtblute übersichtlich zusammen:

	Arterienblut:	Venenblut:
Farbe	heller und nicht dichroitisch	dunkler und dichroitisch
Gasgehalt . . .	relativ mehr Sauerstoff	relativ mehr Kohlensäure
Wasser . . .	mehr	weniger
Fibrin	mehr	weniger
Blutkörperchen .	weniger	mehr
Albumin . . .	keine constante Differenz	keine constante Differenz
Fette	desgl.	desgl.
Extraktivstoffe .	mehr	weniger
Harnstoff . . .	weniger (?)	mehr (?)
Salze	mehr	weniger
Zucker . . .	mehr (?)	weniger (?).

Man darf bei dieser Tabelle nicht die im Allgemeinen nöthige Vorsicht bei der Beurtheig der Ergebnisse der Blutanalysen vergessen. Die auffälligen Verschiedenheiten, welche z. B. für Lebervenen-, Leberarterien- und Pfortaderblut gefunden haben wollte, nach C. Flügge nicht existiren, die Differenzen fallen seiner Meinung nach fast ganz in Fehlergrenzen der Bestimmungsmethoden. Mit besseren Methoden als Flügge arbeitete Drosdoff. Er fand, übereinstimmend in vier Versuchen, dass das Pfortaderblut von Hun-, welche mit Fleisch, Brot und Milch gefüttert waren, 3 Stunden nach der Fütterung mehr Stoffe enthalte, als das Lebervenenblut, ebenso mehr Fett, dagegen enthält das Leber-

venenblut mehr Cholesterin und Lecithin, das Pfortaderblut ist reicher an Natriumphos| die Ergebnisse sind im Mittel:

	feste Stoffe:	Fett:	Natriumphosphat:
Pfortaderblut:	. 24,00	0,506	0,0524
Lebervenenblut:	22,78	0,085	0,0269

Das Lebervenenblut enthält frisch nur Spuren von Zucker (PAVY).

LANDOIS findet, dass die mit Kohlensäure behandelten »venösen« rothen Blutkörper lösenden Einflüssen viel rascher erliegen, als mit Sauerstoff behandelte »arterielle«. Serum von Hundeblut genügt, um die leichtlöslichen rothen Blutkörperchen der Kanin und Meerschweinchen aufzulösen; ein Wink für die Erklärung der verschiedenen Wirku des Blutes verschiedener Thiere bei der Transfusion.

CL. BERNARD hat gezeigt, dass das venöse Blut der auf Trigeminusreizung beitenden Speicheldrüsen sich in seiner Farbe ganz dem arteriellen ähnlich ve Es rührt das z. Th. daher, dass das Blut durch die während der Reizung erweiterten Gefäss grösserer Geschwindigkeit als sonst hindurchströmt und so nicht Zeit hat, seinen Saue so reichlich abzugeben wie sonst. Es beweist dieses aber nicht, dass die arbeitende I etwa weniger Sauerstoff verbrauche als die ruhende, ihre bekannte Temperaturerhö während der Sekretion spricht für das Gegentheil. Wenn eine gleiche Volumeinheit Bl der arbeitenden Drüse weniger Sauerstoff abgibt als in der ruhenden, so strömt doch d erstere in den erweiterten Gefässen so viel mehr Blut in einer gleichen Zeit, dass die geri Sauerstoffabgabe der einzelnen Bluteinheit dadurch noch überkompensirt wird.

Der Einfluss der Nahrung auf die Blutzusammensetzung ist theil nicht schwer ersichtlich. Nach fettreicher Nahrung finden sich die Fette im Blute verm so dass das Serum milchig getrübt erscheinen kann; nach Brodnahrung ist die Zuckerm nach gesteigertem Salzgenuss sind die Aschenbestandtheile des Gesammtblutes geste Sehr bemerkenswerth ist es, weil es mit unseren Anschauungen der übrigen Ernähru vorgänge übereinstimmt, dass längeres Hungern und ebenso wirkende andauer Säfteverluste oder wiederholte Aderlässe alle übrigen Blutbestandtheile verm dern, nur das Wasser vermehren: der Organismus wird im Ganzen, also auch sein I durch diese Einflüsse wässeriger. Umgekehrt wirkt Nahrungsaufnahme. Während der dauung ist nur der Wassergehalt vermindert und alle sonstigen Bestandtheile des Blutes mehrt. In den ersten Hungertagen sinkt der Wassergehalt des Blutes. Länger fortges Fleischnahrung vermindert ebenfalls den Wassergehalt, vermehrt den Gehalt an Fi Haemoglobin, Extraktivstoffen und Salzen. Vegetabilische Nahrung — wie die ob Angaben ebenfalls den Resultaten der Gesammternährungsversuche entsprechend — verm dagegen den Blutwassergehalt, das Albumin und die Fette, vermindert aber das Fibrin, Extraktivstoffe und Salze. Fleischnahrung vermehrt, stickstoffarme Kost vermindert Haemoglobingehalt des Blutes. Bei Hunden fanden SUBBOTIN und FORSTER letzteren Fleischnahrung im Mittel zu 13,75%, bei Brod zu 9,4—10,3%, bei stickstoffloser Nahr zu 9,5%. Nach LEICHTENSTERN haben fette Personen einen relativ geringeren Haemoglo gehalt. Hunger steigert bei Kaninchen (bei allen Pflanzenfressern?) den Haemoglobingel

Ueber den Einfluss der Muskel-Arbeitsleistung auf die Blutzusa mensetzung weiss man, dass direct nach der Arbeit das Blut procentisch weniger Wa enthält als während der Ruhe, da sich die Muskelzersetzungsprodukte, die sich während Arbeitsleistung in grösserer Menge bilden, zuerst in ihm anhäufen (J. RANKE); das Blut l (bei Fröschen) dabei eine saure Reaktion annehmen. P. SPIRO fand im Blute von Thie welche einige Zeit tetanisirt waren, viel Fleisch-Milchsäure: 250cc Hundeblut gaben 0 Gramm milchsaures Zink; 130cc Kaninchenblut (von zwei Thieren) sogar 1,282 Gramm. bei Ausschluss der Ernährung oder mangelhaftem Wiederersatz des Mehrverbrauches Arbeit der Muskel und der Gesammtorganismus wasserreicher werden, so wird es in F davon später auch das Blut, da sein Wassergehalt ein konstantes Verhältniss zeigt zu

Wassergehalt der Gewebe (SCHOTTIN). In diesem Falle wirkt also übermässige Arbeit wie fortgesetzte Säfteverluste.

Auch Alter und Geschlecht sind von bestimmendem Einfluss auf die Blutzusammensetzung, und es kann uns dieses um so weniger Wunder nehmen, da wir ja wissen, dass diese ebengenannten Begriffe fast vollständig durch verschiedene Ernährungszustände gedeckt werden, deren Einwirkung auf die Blutmischung wir schon besprochen haben. Männer haben weniger Wasser im Blute und mehr Blutkörperchen als Frauen und Greise. Das Blut der Frauen ist etwas fettreicher. In der Schwangerschaft soll das Fibrin des Blutes relativ vermehrt sein. Das Blut der Schwangeren bildet gern eine Speckhaut, was auf einer Verzögerung der Gerinnung oder Beschleunigung der Senkung der Blutkörperchen und Vermehrung des Fibringehaltes beruht. Das specifische Gewicht des Gesammtblutes ist dann geringer (H. NASSE), die Farbe dunkler, der Wassergehalt vermehrt, ebenso der Fettgehalt und das Fibrin, die löslichen Blutsalze und der Eisengehalt nehmen ab. Bei Milchabsonderung sinkt der Fettgehalt des Blutes.

PANUM konstatirte durch zahlreiche Versuche (an Hunden) die Beobachtung DENIS', dass das Blut Neugeborener mehr feste Stoffe enthalte, als das Erwachsener. Im Blut der Mutter fand er 13,8 %, im Blut der Neugeborenen zwischen 19,26—22,8 % feste Stoffe, den relativen Haemoglobingehalt fand er u. a. bei den Neugeborenen beinahe um das Doppelte höher. Bald nach der Geburt wird aber das Blut der Säuglinge wasserreicher und sogar mehr, als das Erwachsener, ebenso relativ ärmer an Haemoglobin. O. LEICHTENSTERN bestätigt die letztere Angabe. Er findet den Haemoglobingehalt des Menschenblutes am kleinsten im Alter von ½—5 Jahren, am höchsten zwischen dem 21. und 45. Jahre. Das Frauenblut ist im Allgemeinen um einige Procente ärmer an Farbstoff, als das Männerblut. Chronische Krankheiten, vor Allem Chlorose, Leukaemie, pernitiöse Leukaemie, Quecksilberkuren, bewirken Farbstoffverminderung, solche Leiden, bei denen das Blut »eingedickt« wird (Ileus), Vermehrung; fieberhafte Leiden gaben LEICHTENSTERN keine konstanten Resultate.

Das Menstrualblut zeichnet sich fast immer durch den Mangel der Faserstoffgerinnung aus, die entweder schon im Uterus stattgefunden haben mag oder, vielleicht durch Zumischung des Schleims der inneren weiblichen Genitalien, verhindert wird. Das Mikroskop zeigt die Beimischung des Genitalschleims zu dem Blute.

Von den einzelnen Blutarten in den verschiedenen Gefässprovinzen ist an den speciellen Stellen die Rede. Pathologische Blutzusammensetzung cf. unten.

Die Stoffvorgänge im lebenden Blute.

A priori könnte es wahrscheinlich erscheinen, dass im Blute, in welchem sich eine beträchtliche Anzahl von Zellen und zellenähnlichen Gebilden findet, in nicht ganz unbedeutender Weise chemische Lebensvorgänge eintreten können.

Leider ist über den Wechselverkehr der Blutkörperchen mit der Blutflüssigkeit noch wenig erforscht.

Vor Allem müssen wir bei dem Leben der Blutkörperchen an Stoffaufnahme und -Abgabe denken. Dass unter Umständen Diffusion zwischen den Blutkörperchen und der sie umgebenden Flüssigkeit stattfindet, beweisen die Formänderungen, welche wir erstere eingehen sehen bei Concentrationsschwankungen des Serums. Wir sehen, dass die physiologischen Verschiedenheiten in der Concentration z. B. durch Nahrungsaufnahme und Muskelbewegung mit Grössenverschiedenheiten der Blutzellen ebenso verknüpft sind, als directer Salz- oder Wasserzusatz zum Blute. NASSE hat die Diffusion zwischen Körperchen und Plasma direct nachgewiesen.

Wie Vieles bleibt aber noch dunkel! Woher rührt es, dass in den normale Blutkörperchen sich die verschiedene Zusammensetzung der anorganischen u organischen Bestandtheile trotz dem Diffusionsverkehr ungestört erhalten kann Woher kommt es, dass bei gewissen Krankheiten, z. B. Cholera, die Blutkörpe chen diese Fähigkeit des Beharrens in ihrer chemischen Constitution verliere Wir finden im Cholerablutserum Kalisalze und Phosphorsäure in reichlich Menge. Auf der Anwesenheit der ersteren beruhen zweifelsohne die Haup krankheitssymptome. Bernard hat gezeigt, dass schon minimale Mengen v Kalisalzen, direct in das Blut gebracht, die normalen Functionen desselben u damit das Leben des Organismus vernichten. Die Cholerakrämpfe rühren v den freien Kalisalzen im Serum her, welche auf das Muskelsystem (J. Rank zuerst auf das Herz (Traube) im Anfange erregend und dann ermüdend und lä mend wirken. Bei vielen Krankheiten mag die objective Ermüdung, die ihn vorausgeht und sie begleitet, damit zusammenhängen, dass die Blutkörperch nicht mehr im Stande sind, ihre Kalisalze in sich festzuhalten. Nasse zeigt dass unter der Einwirkung von Kohlensäure die rothen Blutkörperch feste Stoffe (Kalisalze?) an das Plasma abgeben und dafür Kochsalz aus letztere in sich aufnehmen.

Bei dem Absterben des Blutes scheint eine analoge Veränderung in d Diffusionsvorgängen zwischen den geformten und flüssigen Blutbestandthei stets einzutreten. Auf sie lässt sich vielleicht zum Theil der (geringe Kali halt, der im Serum gefunden wird, beziehen, soweit es nicht von der Nahr herrühren kann. Während des Absterbens bilden sich im Blute ebenso Z setzungsprodukte wie in den übrigen Geweben, auch fixe Säuren entst dabei. Luchsinger findet, dass Erstickungsblut (sowie überhitztes Blut) st reizende Wirkungen besitzt, welche auf chemische Veränderungen, die Blut erlitten hat, zurückzuführen sind. Auf der Wirkung der fixen Säur welche sich mit der von Nasse constatirten der Kohlensäure combinirt, wird im Blute die Veränderung in den Diffusionsvorgängen beruhen. Unter der Wi kung einer Säure sahen wir auch die Muskelfaser Stoffe aufnehmen und abgeb denen sie bei ungestörtem Chemismus den Eintritt wehrt, oder die sie in zurückhält. Mit der Veränderung der weissen Blutkörperchen bei dem Absterb tritt nach A. Schmidt die fibrinoplastisch wirkende Globulinsubstanz und Faserstofferment aus und betheiligen sich an der Ausscheidung des Faserst

Pflüger beobachtete, dass nach der Entleerung des Blutes aus der A der Sauerstoffgehalt desselben abnimmt, während der Kohlensäuregehalt st Das Blut enthält sonach Substanzen, die dem Oxyhaemoglobin den Sauers entziehen, ein Vorgang, der im lebenden Blute fortwährend stattfinden m ganz analog der Gewebsathmung, die wir unten noch näher kennen lernen we den. Man kann diese Veränderung des Gasgehaltes des Bluts Blutathm nennen. Bei Säuerung des Blutes bindet das sich zersetzende Oxyhaemogl Sauerstoff fester (Pflüger u. A.); es entsteht Methaemoglobin (Hoppe-Seyl Peroxhaemoglobin (A. Jäderholm). A. Schmidt hat im Erstickungsblut gesteigerte Blutathmung nachgewiesen, nach Affanassiew findet die Sauerst bindung dabei nicht im Serum, sondern in den weissen oder rothen Blutk perchen statt.

Ob die bis zur Gerinnung fortschreitenden chemischen Blutumwandlu

m eine nachweisbare Temperaturzunahme im Blut veranlassen, wie nach MÜLLER schon von älteren Beobachtern: GORDON. THOMSON, MAYER gefunden urde neuere Angaben von SCHIFFER, hält HOPPE-SEYLER noch für unerwiesen.

Faulendes Blut entwickelt reichlich Ammoniak. S. EXNER hat gezeigt, dass diese twickelung durch die Anwesenheit (Durchleiten) von Sauerstoff gesteigert werde.

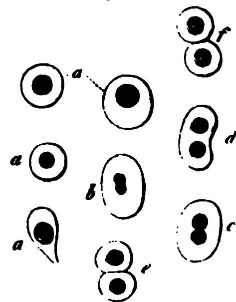
Die Entstehung der rothen Blutkörperchen.

Die allgemeine Quelle der chemischen Stoffe, die das Blut zusammensetzen, nd uns aus unseren bisherigen Betrachtungen schon bekannt, sie stammen s den Gewebsflüssigkeiten und dem Darminhalte. Die Lymphdrüsen und ollikel, die Milz und das Knochenmark (NEUMANN), vielleicht auch hymus und Schilddrüse mischen ihm die weissen Blutkörperchen bei.

Woher stammen aber die rothen Blutkörperchen?

Diese Frage kann für den entstehenden Organismus mit ziemlicher cherheit beantwortet werden. Kugelige, kernhaltige, körnige Bildungszellen, che im Innern der anfänglich soliden primären Gefässanlagen an jenen zu utinseln oder Blutpunkten werdenden Stellen (Cap. XII) sich befinden und zuerst in Form und sehen den übrigen Zellen der Gefässanlage, wie scheint, vollkommen entsprechen, werden zuerst sser, dann intensiver gefärbt, verlieren ihre Protosmakörnchen, lösen sich unter Bildung von Flüssigit — Blutplasma — von einander und sind als erste utzellen zu betrachten. Sie sind nun oxyhaemoglohaltig, besitzen einen oder mehrere Kerne, die ar durch Aufhellung ihres Inhaltes noch deutlicher rden. Sie sind kugelig, nicht abgeplattet wie die teren rothen Blutkörperchen und ziemlich viel sser. Diese Entwickelungsformen oder embryolen rothen Blutkörperchen oder Blutzellen vermeh- sich anfänglich durch Theilung. Sie werden glich, oft etwas abgeplattet wie die Blutkörperchen Frosches, es entstehen im Inhalt zwei oder selbst mehrere Kerne, um die die Zellenmembran abschnüren kann (Fig. 95) (REMAK, KÖLLIKER). Im Blut Amphibienlarven (namentlich leicht bei Salamander) sind die Theilungsgänge der Blutkörperchen nachzuweisen (FLEMMING, PEREMESCHKO). Die emoglobine werden hier an Ort und Stelle geliefert oder gebildet, über Bildungsmodus derselben ist bis jetzt nichts sicher erhärtet, nur so viel t fest, dass die rothen Blutkörperchen, also auch die Haemoglobine, in ihrer dung nicht auf ein bestimmtes Organ beschränkt sind. Das Nähere über die bryonale Bildung im Gefässe und in den ersten Blutzellen cf. unten Cap. XII.

Fig. 95.



Blutkörperchen junger Hirschembryonen: bei a die meist kugeligen Zellen; b—f Theilungsprocess derselben.

Mit der Entwickelung der Leber hört nach E. H. WEBER und KÖLLIKER der schriebene Bildungsmodus der Blutkörperchen auf, dann scheint zunächst die ber ein Hauptbildungsheerd der Blutkörperchen zu sein. Sie enthält dann zahlche »Entwickelungsformen« rother Blutkörperchen, es sind farbige, kernhal-

tige, kugelige Zellen, aus denen in dem späteren Embryoleben die kernlos abgeplatteten Blutkörperchen entstehen. KÖLLIKER sah vorher den Kern in vi len Blutzellen klein werden, mit Neigung zu molekulärem Zerfall, endli schwindet er ganz. Anfänglich machen die biconcaven Blutscheibchen noch d Minderzahl der rothen Körperchen aus. In der vierten Woche des Embryon lebens fehlen sie noch ganz; bei einem dreimonatlichen menschlichen Embr betrugen sie im Leberblute $^1/_4$, in dem übrigen Blute $^1/_6$—$^1/_8$ der Gesamm menge der Blutkörperchen. NEUMANN constatirte die früher von KÖLLIKI FAHRNER und SCHENK aufgefundenen Riesenzellen oder Haematocysten in d Leber von Embryonen. Sie erscheinen ihm als Auswüchse der Gefässwandu gen, hervorgegangen aus gewucherten Gefässendothelien. Sie enthalten ihrem contractilen Protoplasma: farblose, kernhaltige Blutkörperchen und ker haltige, gefärbte, embryonale, rothe Blutzellen. In ihnen scheinen wir einen d Sitze der Blutkörperchenbildung im Embryonalleben erkennen zu müss NEUMANN glaubt, dass die »jungen Blutkörperchen« durch Platzen der Mutterze befreit sich dem Blute zumischen.

Im Venenblute der Milz, in der Leber und im Knochenmark find sich bei Erwachsenen zahlreiche Entwickelungsstufen rother Blutkörperch mit Kernen. Das Haemoglobin soll nach FUNKE in den neu entstandenen roth Körperchen besonders leicht krystallisiren. Bei Leukämie finden sich üb all in der Blutbahn neben ziemlich normal gebauten rothen und weissen Bl körperchen (die letzteren sind ungemein vermehrt und geben dem Blute d weissliche Färbung, welche der Krankheit den Namen gegeben hat — VIRCH eine nicht unbeträchtliche Zahl von embryonalen, farbigen, kernhaltigen Zell ERB fand ähnliche Entwickelungsformen im Blute nach künstlichen Blutv lusten, was neuerdings durch BIZZOZERO und SALVIOLI bestätigt wurde, wel dann namentlich die Milz wie das Knochenmark reich an solchen For fanden; sie zeigen sich auch nach KÖLLIKER im Blut saugender Mäuse. v. R LINGHAUSEN hat im mehrere Tage schon aus der Ader entleerten (Frosch-) Bl aus kleinen, ovalen »Uebergangszellen« unter Zutritt von Luft und Sau stoff Bildung von rothen Körperchen wahrgenommen.

Untergang der rothen Blutkörperchen. Man hat den Blutkörp chen eine sehr lange Lebensdauer zuschreiben wollen. Es ist sicher erweis dass sich unter Umständen sehr grosse Mengen von Blutkörperchen in kurzer neu bilden können, z. B. nach starken Blutverlusten, nach denen sich die Bl menge bald wieder ergänzt zeigt, andererseits scheint in der Milz und Leb neben der Neubildung, stets ein massenhafter Zerfall von rothen Körperchen st zufinden. Bei der Besprechung der Gallenwirkung wurde erwähnt, dass die G die rothen Blutkörperchen auflöse, die Bildung der Gallenfarbstoffe, wohl sicher aus dem Blutfarbstoff hervorgehen, spricht direct für eine Blutkörp chenzerstörung, ebenso das unten zu besprechende Verhalten der Leberblut perchen. In der Milz ist es die Bildung von pigment- und blutkörperchenhalti Zellen, die für einen Untergang der Blutkörperchen spricht. Doch geht Zerfall wohl überall im Blute vor sich. Auch im Knochenmark behauptet BIZZOZERO, dem jedoch NEUMANN widerspricht. Man hat sich bei der Frage na dem Untergang der rothen Blutkörperchen auch an die Beobachtung zu erinnern dass sie durch Harnstoff aufgelöst werden, der sich in der Leber und d

ymphdrüsen dem Blute der Kapillaren an Ort und Stelle wohl in einer genü-enden Concentration beimischen wird, um seine Wirksamkeit in der ange-euteten Weise zu entfalten.

Dass die Milz und die Lymphdrüsen in einer gewissen nahen Beziehung ur Blutbildung stehen, geht daraus hervor, dass die oben genannte Blutkrank-eit, die Leukämie, mit einer Erkrankung (Vergrösserung) der Milz und Lymph-rüsen Hand in Hand geht. Neumann hat einen solchen Zusammenhang auch ür das Knochenmark festgestellt.

Die Blutdrüsen, die Bildungsstätten der rothen Blutkörperchen.

Die Milz. Man hat die Milz eine Blutdrüse genannt und ihr in Ge-meinschaft mit den anderen Drüsen ohne Ausführungsgang, denen man dieselbe ezeichnung gab, eine besondere Betheiligung an dem Blutbildungsprocesse, ornehmlich an der Bildung und Zerstörung der rothen Blutkörperchen, zuge-chrieben. Vieles ist hier noch dunkel und um so mehr, da es, wie schon Plinius usste, gelingt, Thiere nach Exstirpation der Milz am Leben zu erhalten, so ss man diese Operation auch für den Menschen vorzuschlagen gewagt hat.

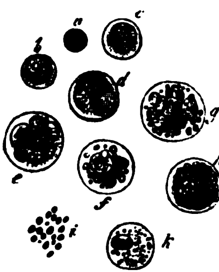
Unstreitig aber ist die Milz unter den Blutdrüsen besonders wichtig. Ihr atomischer Bau nähert sie den Lymphdrüsen an (Leydig). Sie besitzt eine sse, feste, fibröse Hülle, die von dem Bauchfelle einen serösen Ueberzug ält. Diese Faserhülle (Tunica fibrosa) sendet Fortsätze in grosser Zahl in das ere des eigentlichen Milzgewebes ab, die sich sehr mannigfaltig verästeln d unter einander zusammenhängen, so dass ein reiches Maschenwerk gebildet rd, oder vielmehr eine sehr bedeutende Anzahl unter einander communi-ender Hohlräume von unregelmässiger Gestalt. Die Faserhülle und die an r Bildung des Maschenwerks betheiligten Balken — Trabeculae lienales — stehen beim Menschen überwiegend aus Bindegewebe mit elastischen Fasern. i einigen Thieren, besonders bei dem Hunde, finden sich darin zahlreich ganische Muskelfasern. Frey und Meissner fanden sie spärlich auch beim enschen. In den durch die Balken gebildeten Hohlräumen liegt das eigentliche lzgewebe: die Milzpulpe, Pulpa lienis. Billroth, Frey, Kölliker u. A. ben uns gelehrt, dass diese Milzpulpe ganz ähnlich gebaut sei, wie das Drüsenge-ebe der Lymphdrüsen (S. 419). Es gelang an erhärteten Präparaten, durch spinseln ein feines Netzwerk von unter einander verbundenen, meist kern-sen Fasern darzulegen, welches sich als feinste Verzweigung der immer zarter rdenden Milzbalken zu erkennen gibt. An einzelnen dieser feinsten Fasern sen sich noch Kerne nachweisen. E. Klein behauptet, dass diese kernhalti-n Gebilde nicht Fasern, sondern flachen, kernhaltigen Endothelien ähnlich en und ein feines bienenwabenartiges communicirendes Fachwerk in der Milz grenzen. Innerhalb dieser Fächer sind die Gewebszellen der Milz eingelagert, d zwar sind die ersteren so klein, dass häufig nur eine einzige, ein ander l zwei oder drei Zellen in einer solchen Platz finden. Die Blutgefässe, welche e Milz in grosser Anzahl besitzt, theilen das Milzparenchym in ziemlich regel-ssige Abschnitte.

Die Zellen des Milzgewebes sind nach Kölliker rundlich, einkernig, ischen 0,006—0,01 mm in der Grösse schwankend und mit den Zellen der

später zu beschreibenden sog. Milzbläschen übereinstimmend. Neben finden sich einige grössere blasse zellenartige Gebilde und dann sehr bis zu 0,02 mm entweder blass oder reichlich mit Körnchen gefüllt: Körı zellen. Ausser diesen farblosen Zellen kommen in der Milzpulpe auch ı Blutkörperchen vor, entweder von normaler Gestalt und Farbe oder iı Stadien des Zerfalles. Sie lagern hierbei sich meist zu mehreren zusamm bilden dann, wenn sie ganz zerfallen sind, dunkel gefärbte Farbstoff Pigmenthaufen. Hier und da sieht man Pigmentkörnchen in reichlicher in Zellen eingeschlossen, so dass diese ganz das Aussehen von Pigmen erhalten können. KÖLLIKER und ECKER zeigten, dass auch zellenähnlicl bilde, die mit einer Hülle mehrere Blutkörperchen, letztere meist mit den zeichen des Zerfalles umschliessen, in der Milzpulpe vorkommen: blu perchenhaltige Zellen. Diese Gebilde haben verschiedene Deutu fahren (Fig. 96), FREYER und A. KUSNEZOFF halten sie für amöboide Zelle Blutkörperchen eingeschluckt haben (oben S. 118). Der Vorgang s physiologischer. In den Zellen finde der Zerfall der Blutkörperchen un Umwandlung in Pigment statt. KUSNEZOFF will den Vorgang des Einschl vielfach direct beobachtet haben. Wahre Entwickelungsformen, e nale rothe Blutzellen, lassen sich normal im Blute der Milz erwac Menschen und Thiere nicht constatiren, von letzteren nur beim Schwein. Blut in allen Gefässprovinzen kernhaltige rothe Blutzellen enthalten soll (E. N und FREYER); dagegen finden sie sich reichlich im Milzblut der Thiere na deutenderen Blutverlusten (cf. S. 416, 420).

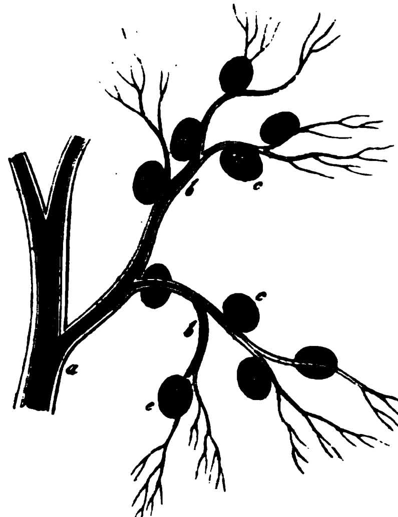
In die rothe Milzpulpe finden sich zahlreiche, weisse, rundliche Körp eingelagert: Milzkörperchen, Milzbläschen, MALPIGHI'sche Bläs Corpuscula Malpighii. Sie sind mit unbewaffnetem Auge sichtb

Fig. 96.



Zellen aus der Milzpulpa des Menschen, Ochsen und Pferdes. *a*—*d* Vom Menschen. *a* Freier Kern; *b* gewöhnliche Zelle (Lymphkörperchen); *c* gekernte Zelle mit einem Blutkörperchen (?) im Innern; *d* mit zweien; *e* solche mit mehreren Blutkörperchen vom Ochsen; *f* eine Zelle desselben Thieres mit fettartigen Körnchen. *g*—*k* Vom Pferde. *g* Eine Zelle mit mehreren frischen Blutkörperchen und den Körnchen letzterer Figur; *h* Zelle mit einem Körnerhaufen; *i* derselbe frei; *k* Zelle mit farblosen kleinen Molekülen.

Fig. 97.



Aus der Milz des Schweines. Ein Arterienast *a* von de umhüllt, mit seinen Zweigen *b* und den ansitzenden M schen Körperchen.

aben im Durchschnitt eine Grösse von 0,36 mm. Sie stehen in einer nahen eziehung zu den feinsten Arterienzweigen, an denen sie in grosser Anzahl wie eeren ansitzen (Fig. 97). Sie stimmen im Bau mit den einfachsten Lymphrüsen, den Follikeln (GERLACH), überein. Sie besitzen keine sie vollkomen von der Umgebung abtrennende Hülle. Die Fasern des feinen Balkenetzes, in denen sie sich eingelagert finden, verflechten sich nur dichter und niger an ihrer Oberfläche, doch so, dass noch feine Gewebslücken übrig bleien. — Die Adventitia, die Bindegewebshaut der Arterien, zieht sich über die die Arterien gehefteten Milzbläschen fort, so dass diese als eine Verdickung r Adventitia erscheinen, in welche reichlich zellige Elemente eingelagert nd. Die Zellen sind mit denen in anderen elementaren Lymphdrüsen idench. sie sind rundlich, körnig, meist mit nur einem Kern, eingebettet in eine weisshaltige, in der Hitze gerinnende, neutral (?) reagirende Flüssigkeit. Schon ringe deletäre Einwirkungen zerstören die Zellen, so dass dann neben ihnen ne grosse Anzahl freier Kerne sich findet, die in den lebenden Bläschen fehlen. den Bläschen findet sich auch wie in den Follikeln der Lymphdrüsen ein rtes Kapillarnetz.

Die Blutgefässe bilden einen Haupttheil der Milzpulpe. Die Arterien rzweigen sich sehr fein, bekommen die beschriebenen beerenförmigen Anhnge der Milzbläschen und lösen sich endlich in Büschel feinster Aestchen, die genannten Penicilli, auf, welche dann in eigentliche Kapillaren überhen. Die Venen sind weit und bilden mit ihren feinsten Zweigen ein reiches, vernöses Netz. Die Arterienkapillaren gehen in diese weiteren Venenkapilen nach Einigen überall direct über (BILLROTH, KÖLLIKER u. A.). Man hm früher an, und auch neuerdings wird das Gleiche wieder gelehrt . MÜLLER, E. KLEIN), dass die Blutgefässe ganz analog in offener Verbindung t dem zellenhaltigen Milzgewebe stünden, wie die Lymphgefässe mit dem mphdrüsengewebe, so dass das aus den Arterien zugeführte Blut durch das hwerk des Milzgewebes sickern müsse, um sich dann in den Venen mit den len der Milz — weissen Blutkörperchen — beladen wieder zu sammeln, ähn- wie bei den Lymphdrüsen der Inhalt der Vasa afferentia in die Vasa effetia hinein gelangt.

Die Lymphgefässe der Milz unterscheidet man in oberflächliche und e (TOMSA und KYBER). Erstere senden von einem dichten Plexus in der Kapsel Stämme in die Trabekeln, um mit den tiefen, die mit den Arterien einngen, zu anastomosiren. — Die Nerven, welche die Milz in reicher Anzahl ält, zeichnen sich durch ihren Reichthum an marklosen (REMAK'schen) Fasern . Sie verlaufen mit den Arterien. W. MÜLLER und SCHWEIGGER-SEIDEL bereiben ellipsoidische Körper mit einem centralen Kapillargefäss als Nervenlorgane.

Nach W. MÜLLER zeigen die Milzkapillaren in der Regel den Bau ausgebildeter Kapillarsse, bisweilen sind sie von unverschmolzenen protoplasmareichen Zellen aufgebaut WEIGGER-SEIDEL's Uebergangsgefässe). Endlich wird ihre Kontinuität unterbrochen, indem homogene Wandung in schmale, den Zellen anliegende Streifen sich sondert und in das ennetz der Pulpa übergeht. Durch diese Lücken ströme das Blut in die von den Zellen-Fasernetzen der Pulpa umfriedigten Hohlräume, die intermediären Blutbahnen. Aus

letzteren sammle sich das Blut in den Venenanfängen, die als siebförmig durchbrochene, lediglich von lymphkörperchenartigen Zellen begrenzte Hohlräume beginnen sollen.

Die Blutkörperchen des Milzvenenblutes. Im Milzvenenblute hat zuerst Funke jene z. Thl. schon besprochenen Modificationen der Eigenschaften der rothen Blutkörperchen entdeckt, welche er als einen Beweis für die Anschauung betrachtete, dass in der Milz nicht nur eine grosse Anzahl rother Blutkörperchen zu Grunde gehen, sondern dass auch beim Erwachsenen die Milz ein Herd der Neubildung rother Blutkörperchen sei. Er glaubte einen Uebergang farbloser Zellen in gefärbte annehmen zu müssen. Sicher ist es, dass im Milzvenenblute eine sehr viel grössere relative Menge von weissen Blutkörperchen vorkommt, als in anderen Blutarten. Hirt fand hier auf 70 rothe 1 farbloses Blutkörperchen. Die rothen Blutkörperchen selbst sind kleiner, weniger abgeplattet, durch Wasser weniger leicht zerstörbar als andere Blutzellen, auch sollen sie keine »Geldrollen« bilden. Nach Funke's Ansicht deuten diese Eigenschaften darauf, dass diese eigenthümlichen Blutkörperchen des Milzvenenblutes sich noch im Jugendzustande befinden. Funke hat zuerst in der Milzpulpe auch erwachsener Individuen zahlreiche Entwickelungsstufen rother Blutkörperchen, wie er sich ausdrückte: Uebergangsstufen von weissen in rothe Blutkörperchen, nachweisen können. Dann fand Kölliker hier bei neugeborenen und säugenden Thieren kleine kernhaltige, gelbliche Zellen, die der Farbe nach von rothen Blutzellen kaum zu unterscheiden sind, und die er unbedingt für sich entwickelnde Blutzellen ansprach. E. Neumann's und Preyer's Angaben cf. S. 418.

Die chemische Zusammensetzung des Milzgewebes. — In dem Gewebe der Milz geht ein sehr energischer Stoffwechsel vor sich, wie die grosse Menge von Zersetzungsprodukten der primären Körperbestandtheile, die sich in ihr finden, beweist. Von N-losen findet sich: **Inosit**, Milchsäure, Bernsteinsäure, flüchtige Fettsäuren; von N-haltigen: **Harnsäure, Harnstoff**, Sarkin, Leucin, Tyrosin. Auffallend ist der hohe Eisengehalt der Milzasche, der weit grösser ist, als dass er aus einem restirenden Blutgehalte abgeleitet werden könnte. Nasse d. Ä. fand ihn zu 5% der trockenen Milzpulpe. Namentlich in der Milz alter Pferde fand er reichlich aus Eisenoxyd bestehende gelbliche Körnchen, welche mit schwacher Salzsäure und Blutlaugensalz sich blau färben. Daneben findet sich auch sehr viel Natron und wenig Kali. Die chemische Zusammensetzung der Milz eines Mannes fand Oidtmann in 100 Theilen:

Wasser	75,08
feste Stoffe	24,97
davon organische	24,23
- unorganische	0,74

In 100 Theilen enthielt die Asche: Kali 9,60, Natron 44,33, Magnesia 0,49, Kalk 7,48, Eisenoxyd 7,28, Chlor 0,54, Phosphorsäure 27,10, Schwefelsäure 2,54, Manganoxydul 0,08.

Das Eisenoxyd ist vielleicht z. Th. in Verbindung mit Phosphorsäure in der Milzflüssigkeit; doch gewinnt man es verbunden mit einem Eiweisskörper durch Fällung des kalten wässerigen Milzauszuges mit Essigsäure. Dieser Eisengehalt hat insofern eine höhere Bedeutung, als er vielleicht mit der Bildung des Haemoglobins für die hier neu entstehenden rothen Körperchen zusammenhängt (S. 396). Andererseits ist es denkbar, dass der Eisengehalt aus einer Zersetzung der Haemoglobine hervorgeht, da es ja sicher ist, dass viele rothe Blutkörperchen in der Milz zu Grunde gehen. Die aus den zerstörten Blutkörperchen entstehenden Farbstoffablagerungen, die Pigmente der Milz, sind eisenhaltig.

Die Grösse der Milz ist schwankend nach den verschiedenen Körperzuständen des Indivi

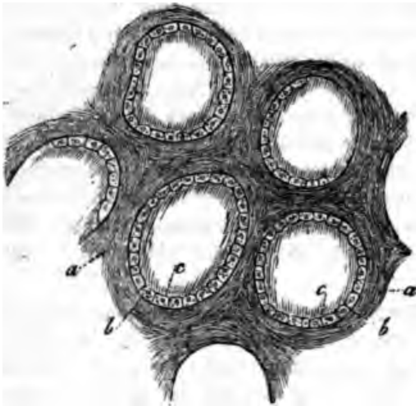
ꞏ. Innerhalb der Breite physiologischer Verhältnisse ist das Milzvolum am kleinsten nd der Verdauung, wenn alle Verdauungsdrüsen zur Steigerung oder Hervorrufung ıbsonderungen eine vermehrte Blutzufuhr erfordern. Sobald sich nach der Verdauung ıgefässe der Eingeweide wieder verengern, beginnt die Milz sich zu vergrössern. Auch wicht der ausgebluteten Drüse nimmt dann zu, GRAY und SCHROENFELD fanden es 5—15 n nach der Nahrungsaufnahme am bedeutendsten. Dann sollen auch die mit farblosen gefüllten Milzbläschen am grössten und am prallsten gefüllt sein. Man darf hier Verwendung des reichlicheren Nahrungsstoffes, welcher in dem Blute sich findet, das z zu der angegebenen Zeit zuströmt, zu einer gesteigerten Neubildung von weissen hen Blutzellen und Zellen der Milzbläschen denken. Bei Hungernden, längere Zeit t genährten oder kranken Individuen zeigen sich die Milzbläschen viel weniger deut- s nach reichlicher, nahrhafter Kost.

lzblut. — Ueber den chemischen Stoffverkehr zwischen Milz und Blut ist noch Weniges :. Das Milzvenenblut soll einen höheren Fibringehalt als das Blut der Milzarterie Der höhere Wassergehalt des Milzvenenblutes lässt eine Abgabe fester Stoffe an die muthen und deutet vielleicht auf die Zerstörung von Blutkörperchen und Ablagerung ste im Milzgewebe. Während der Verdauung, wenn so viele absondernde Drüsen dem ıtblute Sauerstoff in gesteigertem Maasse entziehen, findet sich auch der Sauerstoff- les Milzvenenblutes kleiner als im nüchternen Zustand (ESTAR und SAINPIERRE). Die ıtungen H. RANKE's setzen die Harnsäurebildung mit der Milz in Beziehung. Bei ie mit Vergrösserung der Milz ist die Harnsäureausscheidung im Harn gesteigert. welche die Milz abschwellen machen (Chinin), setzen auch die Harnsäuremenge im rab. Es zeigen sich tägliche Schwankungen der Harnsäureausscheidung, welche mit lauungsperioden, die auf die Milz von so entschiedenem Einfluss sind, zusammen- Die Harnsäureausscheidung ist am stärksten in der Zeit nach der Nahrungsaufnahme. rdauungsstörungen sah LEHMANN mehr Harnsäure im Harn erscheinen. Das zusam- ılten mit der Beobachtung SCHERER's, dass im Milzsafte sich Harnsäure finde, macht scheinlich, dass wir in der Milz eine Stätte der Harnsäurebildung für den Menschen n müssen. Auch Harnstoff wird in der Milz gebildet.

Entwickelungsgeschichte. — Bei allen Wirbelthieren bildet sich die Milz aus erschieden gelagerten) Abschnitt des Peritoneums. Bei dem Menschen entwickelt sie zweiten Monat (KÖLLIKER) im Magengekröse, dicht am Magen, aus einer Anlage, die dem ı Keimblatt (den Mittelplatten) angehört, aus kleinen Zellen. Nach KÖLLIKER treten IGHI'schen Körperchen erst am Ende der Fötalperiode auf, nach W. MÜLLER sind sie n der Mitte des Embryonallebens an erkennbar. Nach demselben Autor beginnt die ıng des Peritoneums durch Vermehrung der Bildungszellen für die Milzentwickelung derselben Zeit, in welcher das Pankreas die ersten Sprossen aus seiner Anlage her- . GÖTTE findet beim Hühnchen die erste Anlage der Milz mit derjenigen des Pankreas enhängen.

vergleichenden Anatomie. — Eine Milz scheint nicht allen Wirbelthieren zu- en, bei Amphioxus und Myxinoiden ist sie nicht nachgewiesen. Sie lagert stets in der schaft des Magens, meist am Cardiatheile desselben. Sie erscheint entweder länglich ıd, von dunkelrother Farbe, hier und da kommen kleinere Nebenmilzen vor, bei man- achiern zerfällt die Milz in eine Anzahl kleinerer Läppchen. Im Allgemeinen ist der Bau nes sehr übereinstimmend (LEYDIG, GEGENBAUR u. A.), und zeigt nur in Beziehung auf die 'schen Lymphfollikel bedeutendere Abweichungen. Bei den Schlangen und Eidechsen elben kugelige lymphzellenhaltige Follikel, nicht mit der Arterienscheide verbunden, von dem Balkengerüste der Milz umschlossen. Hier haben wir also noch mehr in die ringend eine Zusammensetzung der Milz aus weissgrauer (Lymphdrüsen-) und rother ulpa. Bei der Ringelnatter kann zeitweilig die rothe Pulpa ganz fehlen, so dass Milz einer gewöhnlichen Lymphdrüse entspricht. Der Zusammenhang der Milz mit

Fig. 98.



Einige Drüsenblasen aus der Schilddrüse eines Kindes, 250mal vergr. *a* Bindegewebe zwischen denselben, *b* Hülle der Drüsenblasen, *c* Epithel derselben.

den Lymphdrüsen wird noch durch d tere Beobachtung LEYDIG's illustrirt. auch andere Lymphdrüsen gibt, welcl weise oder ganz rothe Pulpa besitzen sie dann ein dunkelrothes Aussehen, Milz, zeigen. Solche Lymphdrüsen, und Ansehen der Milz analog, finden s in der Brusthöhle des Schweines na Verlauf der Aorta thoracica liegend.

Die Schilddrüse (Thyre

Alveolen, 0,04—0,01 mm gross, sind il senelemente. Letztere werden durch I webe zu grösseren Drüsenkörnern zu Läppchen und Lappen vereinigt. Die alveolen sind mit einer einzigen Schich von vieleckigen, körnigen Zellen aus Der Hohlraum des Bläschens wird durc der Jugend klebrige, im Alter »colloid sigkeit erfüllt, die klar und etwas gelb

Fig. 99.



Ein Stückchen der Thymus des Kalbes entfaltet. *a* Hauptcanal, *b* Drüsenläppchen, *c* Drüsenkörner vereinzelt am Hauptcanale aufsitzend. Nat. Grösse.

färbt ist und Eiweiss in ziemlicher Menge enthält (l Nach P. A. BOÉCHAT sind die Alveolen nicht geschlosser liche Blasen, wie man sie bisher beschrieb, sondern u mässige, reichlich untereinander communicirende Höl Im Innern des bindegewebigen Stromas der Schilddrüs lymphatische Sinus ein weites cavernöses Netz. In de stitien dieses Netzes verlaufen die Blutgefässe und lie Alveolen, indem ihre epithelialen Wände den Wandun Lymphräume direct aufsitzen. BOÉCHAT leugnet eine Me propria der Alveolen. Nach FREY beginnen in der Schi die Lymphgefässe mit blinden Kanälchen zwischen de senbläschen. Die Schilddrüse zeigt besonders im späte ben fast regelmässig pathologische Veränderungen (Kro denen hervorgeht, dass sie wenigstens dann für das nur von geringer Bedeutung sein kann. Die »colloid« stanz der Alveolen bildet sich **nicht** auf Kosten der l zellen (R. VIRCHOW), die sich hierbei meist noch un nachweisen lassen. In der Thyreoidea des Ochsen fand si cin, Sarkin, Xanthin, flüchtige Fettsäuren, Milchsäure steinsäure (cf. Circulationsverhältnisse des Gehirns).

Zur Entwickelungsgeschichte und vergleicl Anatomie. — Die Schilddrüse bildet sich beim Hü (REMAK, W. MÜLLER, GÖTTE) aus einer einfachen, sackf Ausstülpung der Schlundwand (8ter Brüttag), welche eine Blase verwandelt und sodann solid wird, sich am 5t einschnürt, hierauf in zwei solide kugelige Körper zerfi durch Herabrücken endlich ihre bleibende Stelle ein Die Follikel entstehen durch Abschnürung aus cylind Schläuchen, welche bis zum 8ten Brüttag die Drüsene darstellen. Die Bildung ist im Wesentlichen dieselbe, der Blasen der traubenförmigen Drüsen. Analog ist d wickelung bei Säugern (KÖLLIKER). Bei dem Mensc

scheint die fertige Schilddrüse aus einem mittleren und zwei seitlichen Lappen zusammengesetzt. Bei Hund, Kalb, Pferd etc. besteht die Drüse aus zwei getrennten Lappen zur Seite der Trachea liegend. Bei Fischen liegt das Organ am vorderen Ende des Kiemenarterienstammes. Bei Amphibien und Vögeln ist es paarig, bei Reptilien einfach.

Die Thymus (Fig. 99). Sie besteht aus Lappen und Läppchen, die kleineren Läppchen werden noch in kleinste Läppchen getrennt, welche aber von den analogen Endbläschen der traubenförmigen Drüsen sich wesentlich unterscheiden: sie sind nicht hohl, sondern solid. Nur die grösseren Läppchen haben meist einen spaltförmigen Hohlraum. Die Endläppchen scheinen im Bau identisch mit den Follikeln des Darms, also wie diese einfachste Lymphdrüsen. Innerhalb einer bindegewebigen Hülle finden sich in ein Netz von Bindegewebskörperchen jene runden, körnigen, kernhaltigen Zellen eingelagert, die wir von dort her kennen. Ausserdem zeigen sich noch grössere grob granulirte, rundliche, ein- oder mehrkernige Zellengebilde und concentrische blasenartige Gebilde (Hassall). Zwischen diesen Zellen verbreiten sich Blutgefässe. In die Läppchen lassen sich die Lymphgefässe verfolgen. Für den erwachsenen Organismus hat die Thymus keine Bedeutung mehr, da sie von der Geburt an stetig abnimmt und endlich ganz verschwindet.

Der lymphdrüsenähnliche Bau der beiden letztbesprochenen Organe rechtfertigt es, sie mit der Milz in eine Klasse zu stellen, wenn wir es auch nur vermuthen können, dass zur Zeit der Functionirung ihre Thätigkeit mit der der Milz übereinstimmt. Ihre Aehnlichkeit mit der Milz wird noch dadurch erhöht, dass sich auch ziemlich dieselbe Gruppe von chemischen Zersetzungsprodukten und, wie es scheint, in ähnlich reicher Menge in beiden vorfindet. Neben den gewöhnlichen Gewebsbildnern: Albumin, Fetten etc. finden sich in der Thymus (Gorup-Besanez) Leucin, Sarkin, Xanthin, Ameisensäure, Essigsäure, Bernsteinsäure, Milchsäure, Zucker (?) und neben den gewöhnlichen Aschenbestandtheilen thierischer Organe noch Ammoniaksalze. Kölliker vermuthet, dass die Thymus ein »epitheliales Organ« sei.

Zur Entwickelungsgeschichte. — Die Thymus scheint aus dem mittleren Keimblatt zu entstehen. Bischoff beschrieb bei 2,6 cm langen Rindsembryonen ihre Anlage als zwei ..., dicht neben einander vor der Luftröhre gelegene Streifen, die am Kehlkopf mit der Schilddrüse zusammenzuhängen schienen. Kölliker erklärt die Thymusanlage des Kaninchens als eine in einen Schlauch umgewandelte Kiemenspalte.

Die Bedeutung der **Nebennieren**, des **Gehirnanhangs**, der **Steissdrüse** ist noch unbekannt. Von Brunn stellt die Nebennieren als venöse Blutgefässdrüsen neben die Carotidendrüse und Steissdrüse als arterielle Blutgefässdrüsen, cf. die Lehrbücher der Anatomie.

Das Knochenmark. Das rothe Knochenmark hat als eine Bildungsstätte der rothen Blutkörperchen durch die Beobachtungen von Neumann, welche Bizzozero bestätigte, neuerdings eine bisher ungeahnte, wichtige physiologische Function zuertheilt bekommen. Der Marksaft enthält zahlreiche kernhaltige gefärbte Blutzellen, welche mit den Blutzellen des Embryo identisch sind. Der Marksaft entstammt theils dem eigentlichen Gewebe des rothen Knochenmarks, theils den Blutgefässen desselben. Er enthält ... zellige Elemente, theils gewöhnliche Lymphkörperchen, theils Zellen, die sich von den ersteren besonders durch eine deutlich gelbe Färbung auszeichnen: unreife rothe Zellen. Sie zeigen schon frisch die Kerne, ihre Umrisse sind im Gegensatz zu den Lymphkörperchen scharf contourirt, die Zellsubstanz erscheint homogen. Sie sind kugelig und wenig grösser als rothe Blutkörperchen. Eine geschlossene Kette von Uebergangsformen verbindet diese gelben Zellen mit den ausgebildeten rothen Blutkörperchen. Diese Entwickelungsformen constatiren, dass von der Peripherie (Neumann) oder dem

Kerne aus (BIZZOZERO) eine Verwandlung des körnigen Protoplasma in die h gene gelbe Substanz stattfindet. Diese Entwickelungsformen entsprechen embryonalen Entwickelungsstufen der rothen Blutkörperchen, welche sicl Embryonen ebenfalls im Knochenmarke, sowie in Milz und Leber in bede der Anzahl zeigen. Die Entwickelungsformen befinden sich in den Kapil des Knochenmarkes, in denen durch die anatomisch-physikalische Einrict die Blutbewegung eine relativ langsame sein muss. Wie die Zellen aus Mark in die Kapillaren gelangen, ist noch nicht beobachtet. Seitdem wir (COHNHEIM wissen, dass die weissen Blutkörperchen aus den Gefässen aus dern können, steht der Annahme, dass Zellen auch von aussen in dieselben zudringen vermögen (cf. unten), nichts im Wege. Die aktive Beweglichkei betreffenden Zellen im Knochenmark ist sowohl für Kalt- als Warmblüter gewiesen.

CH. ROBIN erklärte sich gegen die von NEUMANN und BIZZOZERO angenommene Fu des Knochenmarkes; RANVIER und MORAT erklären sich gegen einen Uebergang weisse körperchen in rothe im Knochenmark, wie er von den Entdeckern der hier vorkomm Entwickelungsformen der letzteren zuerst hypothetisch angenommen wurde.

In dem Knochenmark jeder Altersstufe kommen noch einzelne, grosse (bis 0,3 mm), h lose Zellengebilde vor, von oft bizarrer Form und mit 30—40 Kernen: Myelopla vielkernige Riesenzellen (cf. unten bei Knochen).

Das gelbe Mark der Röhrenknochen verdankt seine Farbe den Fettzellen, es b nach BERZELIUS bis zu 96% aus Neutralfetten. Das rothe Mark findet sich in den Epipl in den platten und kurzen Knochen. In einem spärlichen Gerüste von Bindegewebe si zelligen Elemente, die Lymphkörperchen, eingelagert.

Die kapillaren Blutgefässe in dem Knochenmark beschrieb NEUMANN zuers lich wie BILLROTH die der Milz. Die feinsten Arterien sollten sich, indem sie zu Kapi werden, trichterförmig erweitern, und dann die Venen aus diesen weiten Kapillaren allmälig noch fortschreitende Erweiterung hervorgehen. Die Kapillaren zeigen seitliche l Sprossen, die an die ersten Anlagen neu sich bildender Gefässe erinnern. In neueren Ang die sich auf das Verhalten des Knochenmarkes bei einem sehr ausgesprochenen Fall von kämie (myelogene Leukämie) beziehen, beschreibt NEUMANN die Wand der feinsten Ar des Markes aus lose zusammengefügten, langen, schmalen Spindelzellen gebild fanden sich nur arterielle Gefässe in der auffallend gefässarmen Substanz: das ei mende Blut ergiesst sich von den Arterienästen aus direct in die zellenreiche Pulpa und theilt sich in derselben in regellosen Bahnen, um schliesslich mit reichlichen Bestandtl aus ihr gemischt in die venösen Abfuhrcanäle überzutreten. So sollen die unreifen, ro Zellen in die Blutbahn gelangen, also ganz analog wie bei der Milz (cf. S. 420). RUSTIZK an der älteren Anschauung fest. Zu bemerken ist noch, dass die Blutgefässe (Kapillare Venen) des Knochenmarkes der Sommerfrösche nach BIZZOZERO auf lange Strecken gar weissen Körperchen angefüllt sind, auch die Markkapillaren junger Kaninchen zeigen an weissen Blutkörperchen auffallend reich.

SALKOWSKI hat Hypoxanthin und Ameisensäure, RUSTIZKY Mucin aus dem Markge dargestellt. Nach BERZELIUS enthält das rothe Markgewebe in der Diploe 75,5% Wasser 24,5% feste Stoffe mit Proteïnstoffen und Salzen, aber nur Spuren von Fett.

Diapedesis, Austritt von Blutkörperchen aus den unverletzten Gef wandungen. — Hier, wo von Entstehung und Untergang der Blutkörperchen die Red mögen die Beobachtungen COHNHEIM's ihre Stelle finden, welche uns lehren, dass sowohl als farblose Blutkörperchen, zunächst wenigstens unter krankhaften oder abnormen Ve nissen aus den Blutgefässen, indem sie die Wand derselben durchsetzen, auswan können. Steigerte COHNHEIM durch Abschluss der venösen Blutbewegung den Druck

ıd, so sah er zunächst das Plasma, dann aber auch die zusammengedrückten Blutkör-
wie eine (halb-) flüssige Masse ausgepresst werden und dann ihre Gestalt wieder an-
Bei Entzündungsprocessen verlassen die weissen Blutkörperchen die erweiterten
in deren Randschicht des Blutes sie sich angehäuft, unter amöboiden Bewegungen
d durchsetzend. Frei erscheinen sie dann als Eiterkörperchen. Ueber den
sollen auch einige rothe die Gefässwand verlassen (STRICKER), was man durch Einwir-
ı Salzlösungen auf nackte Gefässe in reichlicherem Maasse erzeugen kann (PROSSAK).
enkt bei der Auswanderung der weissen Körperchen an Filtrationsvorgänge. Es ge-
·, grössere vorgebildete Oeffnungen: Stomata in der Wandung der Gefässe nachzu-
hier ist auch an die Wandungen der Milz- und Markgefässe zu erinnern, die aus lose
der liegenden Zellen gebildet sein sollen (cf. oben). Die weissen und rothen Blut-
en treten an der Stelle dieser Stomata aus der Gefässwand (J. ARNOLD), cf. weisse
rchen (S. 375).

Die Gesammtblutmenge.

Gesammtblutmenge beträgt nach den Bestimmungen von BISCHOFF
r WELCKER'schen Methode (S. 341) bei gesunden lebenden erwachsenen
ı (Hingerichteten) $^1/_{13} = 7,7\%$ des Gesammtkörpergewichts. Man pflegt
gewöhnlich auch die Bestimmungen WELCKER's über den Blutgehalt des
renen Menschen anzuführen, obwohl diese an todten Individuen an-
wurden, sie ergaben nur $^1/_{19} = 5,2\%$ des Körpergewichts.
ɔer die Veränderung der Blutmengen bei Menschen je nach dem
denen physiologischen oder pathologischen Körperzustande, die für den
der allereinschneidendsten Bedeutung sein würde, sind noch wenig Un-
ıngen angestellt worden. Ueber den letzteren Punkt hatten wir bisher
eiteres als die Beobachtungen extremer Fälle von Seiten der Aerzte,
gewisse Kennzeichen der Plethora und Anämie aufgestellt haben. Ver-
ı Thieren haben mir u. A. ergeben, dass jüngere, kleinere Thiere der-
hierspecies wie einen relativ grösseren Stoffwechsel, so auch eine relativ
re Blutmenge als ausgewachsene besitzen. Im Allgemeinen nimmt
menge, und damit der Stoffwechsel, von dem Jugendzustande an, d. h.
zendem Körpergewichte relativ ab. Dass aber dieser Abnahme nach der
zunächst eine Zunahme der Gesammtblutmenge voraus gehe, scheint
n citirten Beobachtungen WELCKER's für die Neugeborenen, welche we-
ut als Erwachsene haben, wahrscheinlich. Auch PANUM fand öfters die
Blutmenge neugeborener Hunde geringer als die erwachsener (cf.
ebenso STEINBERG auch bei Katzen.
ır fette, gemästete Individuen haben eine relativ geringe Blut-
(J. RANKE). Die Blutmenge sowie der Stoffwechsel solcher Individuen
nit ihr Nahrungsbedürfniss zeigen sich absolut geringer, als bei nicht
ten von sonst ähnlicher Körperkonstitution. Da bei dem weiblichen
:hte der Fettansatz meist ein bedeutenderer ist, als bei dem männlichen,
dem entsprechend im Allgemeinen bei dem weiblichen Geschlechte die
ge geringer sein, als bei dem männlichen.
visse Einflüsse setzen die Blutmenge herab. Ich konnte eine primäre
lerung der Blutmenge durch starke Muskelleistung nachweisen, manche
iten haben gewiss einen analogen Erfolg. Man muss sich hierbei
ı, dass eine Verminderung der Blutmenge auch in der Art eintreten kann,

dass die Blutkörperchen, das Haemoglobin (S. 413) oder im Allgemeinen di festen Stoffe im Blute abnehmen, die Gesammtquantität des flüssigen Blute könnte dabei gleich bleiben. Alle Körperzustände, welche den Körper fleisch reicher machen, vermehren wahrscheinlich seinen Blutgehalt: Fleischnahrun scheint nach den Beobachtungen über Ernährung (Voit) auch die Menge d Blutkörperchen des Blutes zu vermehren. Muskulöse Thiere haben relativ mel Haemoglobin im Blute als fettere, weniger muskelkräftige. An den krankhaft Veränderungen in der Zusammensetzung der Gewebe nimmt auch das Blut A theil; nach den Beobachtungen von Schottin und J. Ranke steht der Wasserg halt des Blutes in einem directen Verhältniss zum Wassergehalt der Geweb je wasserhaltiger letztere, desto wässeriger dieses. Krankheiten, Marasm machen das Blut und die Gewebe wässeriger, so dass sie dadurch indirect d Blutmenge vermindern.

Nach grösseren Blutverlusten stellt sich die Blutmenge sehr rasch wi der her, indem zunächst unter dem verminderten Blutdruck die Absonderu der Sekrete, Galle, Harn (J. Ranke u. A.) stillsteht resp. abnimmt, und das Bl mehr Flüssigkeit aus den Gewebssäften aufnimmt. Durch Blutverluste wi auch der Durst gesteigert, der auch eine vermehrte Flüssigkeitsmenge de Blute zuzuführen nöthigt. Vielleicht hängt der Durst nach sehr anstrengend Allgemeinkrämpfen auch wenigstens zum Theil mit der durch diese nachg wiesenermassen gesetzten Verminderung der Blutmenge zusammen. Nach Pa nimmt bei fortgesetztem Hunger die Blutmenge etwa in demselben Verh niss ab, wie das Gesammtkörpergewicht.

Verfährt man sonst ganz nach der Welcker'schen Methode der Bestimmu der Blutmenge, verwendet aber an Stelle des Wassers »künstliches Serum«, bleiben die Blutkörperchen erhalten und man kann in der rothgefärbten Wass flüssigkeit eine Zählung der rothen Blutkörperchen vornehmen, wo durch man die Gesammtzahl der in dem zur Bestimmung verwendeten thie schen Organismus enthalten gewesenen rothen Blutkörperchen erhält (L. Malas S. 392).

Der Zusammenhang zwischen Fettansatz und Blutarmuth ist lange bekannt. manchen Gegenden werden den zu mästenden Rindern Aderlässe gemacht, Tolmatsc sah Hunde bei wiederholten Blutentziehungen Fett ansetzen, Chlorotische neigen zu Fett satz etc.

Da der Erwachsene $^1/_{13}$ seines Körpergewichts an Blut enthält, so beträgt die Blu menge bei 65 Kilogramm Körpergewicht 5 Kilogramm.

Die Relation des Körpergewichts zur Blutmenge bei Kaninchen erg folgende Tabelle nach meinen Untersuchungen:

Kaninchen, Reingewicht unter	800 Grm.	Blutmenge	48,9 Grm.	7,4 %	1:13,
- - -	700 -	-	34,3 -	6,0 -	1:16,
- magere Thiere bis	1300 -	-	69,72 -	5,5 -	1:18,
- fette - über	1400 -	-	48,48 - -	3,3 -	1:30,

Die Blutverminderung bei stärkerem Fettansatz ist ganz enorm und, wie man sieht, au eine absolute, hier von etwa 70 Gramm auf 48, d. h. um mehr als 30%.

Für den Arzt bringt die Erkenntniss des geringen Blutgehaltes fetter Organismen d Erklärung für die mannigfachen Erfahrungen, dass fettreiche Körper eine geringere Ene ihrer Organthätigkeiten und Widerstandskraft gegen störende Einflüsse entwickeln. wird mit dem Blute solcher Patienten, wie es ihm die praktische Beobachtung schon l

...er vorschrieb, möglichst sparsam sein, er wird daran denken, auch in Krankheiten durch ...weisskost ihre Blutmenge und damit die Energie ihrer Körperfunctionen zu steigern.

Wir erinnern hier noch einmal daran, dass nach unseren Beobachtungen die Grösse des ...wechsels in einem Verhältnisse zur Blutmenge steht. Was in dieser Beziehung im Allge...nen gilt, gilt auch für jedes einzelne Körperorgan (cf. Blutvertheilung).

...Mittelwerthe, die wir in Uebereinstimmung mit anderen Forschern über den Blut...halt verschiedener Thiere gefunden haben, sind folgende:

Hunde	6,7%	d. h.	1 : 14,7
Frösche	6,5 -	-	1 : 15,6
Meerschweinchen	5,8 -	-	1 : 17,1
Kaninchen	5,4 -	-	1 : 18,0
Katzen	4,7 -	-	1 : 21,4.

Durch fortgesetzte, übermässig gesteigerte Muskelaktion (Tetanus) wird die Ge...mtblutmenge nach unseren Versuchen bei Fröschen primär um 26% vermindert. Da...n erweisen vergleichende Beobachtungen an Organismen, die von ihrer Muskulatur in der ...einheit verschieden starke Leistungen verlangen, den weiteren Satz: Gewöhnung an ...steigerte Muskelarbeit, mit der sich der Organismus ins Gleichgewicht der Ernäh...g zu setzen vermochte, steigert die Gesammtblutmenge, langandauernde Muskelruhe ... dagegen die Gesammtblutmenge herab.

Das Blut von Fleischfressern (Hunden) ist im Ganzen und auch an Haemoglo...concentrirter, als das von Nagethieren (Kaninchen).

Langdauernde Ernährungsstörungen (Hunger) vermindern die festen Blutstoffe um ...Hälfte, Fieber scheint, wie es vom Tetanus erwiesen ist (J. Ranke), die festen Blutstoffe ...erst zu vermehren, im späteren Verlauf (bei eintretender Consumption) zu vermindern.— ...eidlen und Spiegelberg wollen bei Hunden für die zweite Hälfte der Schwanger...aft eine Vermehrung der Blutmenge von $1/_{12,7}$ des Körpergewichts zu $1/_{11,1}$ gefunden ...n, anfänglich soll nach ihnen die Schwangerschaft die relative Blutmenge nicht (?) ver...rn.

Die Blutvertheilung.

Je nach der Anzahl und der Weite der Blutgefässe, welche in die Organe ...treten und sich in derselben zu Kapillaren auflösen, ist der Blutgehalt der ...schiedenen Organe des animalen Organismus ein sehr verschiedener. Dazu ...mt noch, dass die Blutmenge, welche ein Körpertheil in der Zeiteinheit er..., ausserdem noch von der Stromgeschwindigkeit in den Blutgefässen ab...gt. Die Weite der Gefässe und die Blutgeschwindigkeit wechseln nun aber ...r dem Einfluss des Nervensystems, den wir unten besprechen werden. ...iter ist die Blutgeschwindigkeit noch abhängig von der Entfernung der be...nden Gefässpartie vom Herzen, von den physikalischen Momenten der ...nverzweigung etc. Namentlich unter dem Einfluss der wechselnden ...rvation der Gefässe wird die Blutvertheilung im Organismus eine sehr ...wankende.

Dadurch, dass man bei todten, gefrorenen Thieren die Organe ohne Blut...uste abtrennt und ihren Blutgehalt bestimmt (nach der Welcker'schen Me...e S. 431), kann man die Blutvertheilung im todten Thiere untersuchen. ...n man in einzelnen Gliedern und Organen durch gleichzeitige Unterbin...g der zu- und abführenden Gefässe das Blut zurückhält, kann man nach ... Abtrennen der betreffenden Körpertheile auch bei dem lebenden Thiere ... dem Menschen die Blutvertheilung studiren.

Bei derartigen Versuchen an lebenden Thieren kann z. B. eine Extrem mit all dem in ihr enthaltenen Blute vom Körper abgetrennt werden. Sie best vorzüglich aus Haut, Muskeln, Nerven, Knochen, wir fassen diese Org als Bestandtheile des Bewegungsapparates zusammen. Aus d bekannten Gewicht und dem bestimmten Blutgehalt des abgetrennten Th des »Bewegungsapparates« können wir (annähernd) auf den Gesammtblutgel des gesammten Bewegungsapparates rechnen, dessen Gewicht leicht zu besti men ist. Ist die Gesammtblutmenge bekannt, so kann man daraus weiter (: nähernd) bestimmen, wie viel Blut in den übrigen, nicht dem Bewegun apparat angehörenden Körpertheilen: »Drüsenapparat und Blutl tungsapparat« enthalten ist.

Bei **ruhenden**, lebenden erwachsenen Kaninchen ist in d grossen Kreislaufsorganen, in der Leber, in den ruhend Muskeln, in den übrigen Organen je $^1/_4$ der Gesammtblutmen enthalten (J. Ranke). Die Beobachtungen von P. Bruns bestä gen diese Verhältnisse annähernd auch für den Menschen, hier enthält der ruhende Bewegungsapparat absolut weit weniger (3,8%) Blut, als seinem Gewichte bei Zugrundelegung der für den Menschen 7,7% des Gesammtkörpergewichts gefundenen Blutmenge entsprechen wür Die näheren Verhältnisse gibt die unten stehende vergleichende Tabelle.

Die Bewegungsorgane junger Thiere enthalten relativ mehr B als die erwachsener. Die Thiere, welche eine relativ stärkere Muskelleis in der Zeiteinheit verrichten (Hunde), haben auch ruhend mehr Blut in den wegungsorganen, als relativ trägere (Katzen, Kaninchen).

Sehr auffallend sind die Veränderungen in der Blutvertheilung durch wiegende Thätigkeit einer oder der anderen Organgruppe. Zu allen thätigen Organen strömt in Folge der Nerveneinwirkung mehr Blut, und der Blutstrom durch dieselbe wird beschleunigt. Während der Bewegu apparat bei geruhten, ruhenden Kaninchen im Mittel nur 36,6% der gesamm Blutmenge enthält, sah ich den Blutgehalt derselben bei Muskelthätigkeit auf 66,0% ansteigen. Auch nach Sistirung der Muskelarbeit bleibt diese S gerung der Blutmenge noch einige Zeit bestehen: so erhebt sich der abs Blutgehalt des Bewegungsapparates bei Fröschen durch fortgesetzte Mus krämpfe um fast 47%. Bei gesteigerter Thätigkeit der Drüsenapparate, z. in der Verdauung, wird dem Bewegungsapparat Blut entzogen, das den stär arbeitenden Drüsen und Schleimhäuten in gesteigerter Menge zuströmt.

Da die Menge des dem Organe zukommenden Blutes c. p. der Inten des Organstoffwechsels proportional ist, so muss nach dem Gesagten der St wechsel in dem Organe zu- und abnehmen, je nachdem dasselbe stärker o weniger stark thätig ist. Indem die thätigen Organe den zu derselben ruhenden Organen das Blut und damit eine wichtige Stoffwechselgrundbeding z. Thl. entziehen, so ist während der Steigerung des Stoffwechselvorganges der Thätigkeit eines Organes oder einer Organgruppe gleichzeitig in den v gleichsweise ruhenden Organen der Stoffwechsel um eine entsprechende Grö vermindert. Man bezeichnet diese Abwechselung in der Stärke der Functi rung, die zunächst auf der wechselnden Blutvertheilung beruht, **als Thäti keitswechsel oder Functionswechsel der Organe** (J. Ranke).

Folgende kleine Tabelle gibt uns Mittelzahlen über die Blutvertheilung im Bewegsapparat und im Drüsen- und Blutleitungsapparat bei verschiedenen Thie- während des Lebens (J. Ranke), für den Menschen führte P. Bruns an Gliedern, welche Blutverlust amputirt waren, die Versuche aus.

	Mensch:	Hund:	Kaninchen:	Katze:	Frosch:
sammtblutmenge in Procenten des Körpergewichts	7,7%	6,7%	5,4%	4,6%	6,5%
menge im Bewegungsapparat					
a) in Procenten der Gesammtblutmenge	42,0 -	41,0 -	36,6 -	28,6 -	30,6 -
b) in Procenten des Organgewichts . .	3,8 -	3,4 -	2,7 -	1,6 -	1,7 -
menge im Drüsen- und Blutleitungsapparate					
a) in Procenten der Gesammtblutmenge	58,0 -	59,0 -	63,4 -	71,4 -	69,4 -
b) in Procenten des Organgewichts . .	29,7 -	24,0 -	18,0 -	17,9 -	27,4 - .

Nach P. Bruns beträgt, wie S. 428 angegeben, für möglichst normale menschliche Unterkel mit Fuss der Blutgehalt im Mittel 3,8% des Organgewichts. Von den Zahlen der obi- Tabelle für die Blutvertheilung beim Menschen ist die erste die von v. Bischoff bestimmte mmtblutmenge des Menschen = $^1/_{13}$ des Körpergewichts, die weiteren Werthe wurden den Verhältnissen berechnet, welche E. Bischoff für die Organgewichte des jugendlichen tmörders (cf. oben S. 196) angibt.

Bei Kaninchen, die ich möglichst rasch und krampflos getödtet hatte und dann, erst nstarr geworden, gefrieren liess, zeigte sich die Blutvertheilung von der im Zustande der während des Lebens nicht wesentlich verschieden. Bei solchen todten Thieren konnte Blutgehalt einer Anzahl von Organen gesondert bestimmt werden, die sich bei den leben- Thieren der Bestimmung entzogen. In folgender Tabelle stehen die gefundenen Mittel- the bei lebenden und todten Thieren:

	lebendes Kaninchen:	todtenstarres Kaninchen:
sammtblutmenge in Procenten des Körpergewichts	5,4 %	—
menge im Bewegungsapparat	36,6 -	39,78%
in der Haut	—	2,10 -
in den Knochen	—	8,24 -
in den Muskeln	—	28,20 -
im Rückenmark und Gehirn mit den Häuten . . .	—	1,24 -
menge im Drüsen- und Blutleitungsapparate	63,04 -	60,22 -
in der Leber	24,00 -	29,30 -
in den Nieren	1,93 -	1,63 -
in der Milz	—	0,23 -
in den Gedärmen und Geschlechtsorganen	—	6,30 -
in Herz, Lunge und den grossen Gefässen	—	22,76 - .

Die Blutmenge vertheilt sich sonach bei dem Kaninchen in folgender Weise im er, indem wir von dem blutärmsten Organe an aufsteigen:

	Blutgehalt in Procenten der Gesammtblutmenge:	in Procenten des Organgewichts:
Milz	0,23%	12,50%
Gehirn und Rückenmark	1,24 -	5,52 -
Nieren	1,63 -	11,86 -
Haut	2,10 -	1,07 -
Gedärme	6,30 -	3,46 -
Knochen	8,24 -	2,63 -
Herz, Lungen und grosse Blutgefässe .	22,76 -	63,11 -
ruhende Muskeln	28,20 -	5,14 -
Leber	29,30 -	28,71 - .

Aerztliche und hygieinische Bemerkungen. — Schon die älteren Physiologen, MAGENDIE, hatten beobachtet, dass, wenn die Organe willkürlich oder unwillkürlich sind, sie eine grössere Blutmenge erhalten. Wenn ihre Thätigkeit vorherrschend wir nehmen die Arterien, die zu ihnen gelangen, bedeutend an Umfang zu, wenn dagegen Thätigkeit abnimmt oder ganz aufhört, so werden die Arterien kleiner und lassen nur eine kleine Menge Blut zu den Organen gelangen. Diese Erscheinungen sind nach MAG deutlich an den Muskeln, der Blutlauf wird in ihnen schneller, wenn sie sich zusam ziehen; wenn sie sich oft zusammenziehen, nehmen ihre Arterien an Umfang zu; wen gelähmt sind, so werden in ihnen die Arterien sehr klein und der Puls ist in ihnen kaum fühlbar. Diese Veränderung des Blutstroms durch das thätige Organ im Sinne einer St rung der Blutzufuhr gleichzeitig durch Beschleunigung des Blutlaufs und Erweiterun Gefässlumina, also durch Vermehrung des im Organ gleichzeitig enthaltenen absoluten quantums haben vor längerer Zeit die Versuche CL. BERNARD's an den Speicheldrüsen später die Versuche LUDWIG's mit SKELKOW, SADLER und GASKELL an den Muskeln best Während des Tetanus strömt mehr Blut aus den Muskelvenen aus. (Die Ermüdung n sich dadurch geltend, dass die bei Beginn und kürzerer Dauer des Tetanus erweit Muskelgefässe bei übermässig langer Dauer desselben sich wieder verengern.) Schon än lich sehen wir das Volum der Glieder des Menschen bei Muskelarbeit zunehmen. Wa die Muskeln und Speicheldrüsen gilt, behält seine Geltung auch für die Verdauungsor des Unterleibs, auch sie erhalten während ihrer Thätigkeit eine reichlichere Blutz Wir sehen bei Thieren, die in der Verdauung getödtet wurden, den gesammten stionsapparat reichlich mit Blut gefüllt, geröthet, während die gleichen Organe im Ha blass erscheinen. Die Magen- und Darmschleimhaut, das Pankreas zeigen diese Veränd ihres Blutgehaltes auf das Deutlichste. Den Aerzten ist bekannt (FRERICHS), dass bei der dauung die Leber eine vorübergehende, nicht unbedeutende Volumszunahme erfährt, di Hauptsache nach primär auf einer reichlicheren Anfüllung ihrer Gefässe mit Blut beruht

Da die Gesammtblutmenge eines Organismus eine annähernd gleichbleibende is erhalten die übrigen Organe, z. B. des Verdauungsapparates, entsprechend weniger Blut, die Muskelerregung den Muskeln eine gesteigerte Blutmenge zuführt. Darauf beruht zu der allen Aerzten bekannte Einfluss, welchen die Muskelbewegung auf Congestivzus z. B. des Intestinaldrüsenapparates, ausübt. FRERICHS sagt z. B., dass es meist ohne Sc rigkeit gelinge, mittelst aktiver Bewegung in freier Luft, Reiten etc., Hyperämien der L zu mässigen oder zu heben. Die Thätigkeit der Muskeln entzieht dem Drüsenapparat Theil des Blutes und hebt dadurch seine überreichliche Blutfülle, darauf beruht ein The grossen hygieinischen Einflusses, den die aktive und passive Muskelbewegung: Turnen, Fusswanderung etc. ausübt. Umgekehrt sehen wir bei der Verdauung die App derselben von Blut strotzen, es muss das anderen Organen, vor Allem dem Bewegungsap entzogen werden. So erklärt sich die allgemeine Erfahrung, dass die Fähigkeit der Mu zur Arbeitsleistung während der Verdauung herabgesetzt ist. Der Muskel enthält währe Verdauung weniger Blut, als sonst während seines Ruhezustandes. Immer entsprechen gestionen und Hyperämien einzelner Organe und Körpertheile Anämien und Blutarmu anderen Orten.

Schon oben wurde erwähnt, dass Blutarmuth, z. B. durch Blutverluste, die Or thätigkeit herabsetzt; schon nach verhältnissmässig kleineren Blutverlusten, bei dene Thätigkeit der Muskeln und Nerven noch wenig alterirt war, sah ich die Ausscheidun Galle und Harn sistiren. Muskelaktion, die dem Drüsenapparat Blut entzieht, sah ich und Harnausscheidung beträchtlich herabsetzen. Bei der Harnausscheidung folgte der mären Verminderung nach dem Aufhören der Muskelaktion eine Steigerung. Blut Muskeln sind im Stande, eine grössere Gesammtarbeit zu leisten, als weniger blut (J. RANKE). Aus diesen Bemerkungen mag die hohe physiologische und pathologische W tigkeit der Regulirung der Blutvertheilung einleuchten.

Die Blutmengenbestimmung, Blutverluste (Aderlass) und Transfusion.

Von der Färbekraft des in den Blutkörperchen enthaltenen rothen Farbstoffes ist zur lutmengenbestimmung Anwendung gemacht worden. Die Furcht der meisten Menhen bei dem Anblick von Blut, dessen Menge wie alles Erschreckliche gross erscheint, das rke Färbevermögen des Blutes, welches mit wenig Tropfen eine bedeutende Wassermenge i eine stark rothe Flüssigkeit zu verwandeln oder Kleider, besonders weisse Wäsche, in sser Ausdehnung zu durchtränken und zu färben vermag, tragen gemeinschaftlich die ald, dass man Blutverluste in ihrer Grösse enorm überschätzt — Verwundete schwimmen Blut! — und danach eine viel zu grosse Blutmenge im Organismus annahm. Wrisberg hätzte die Menge Blut, die ein an Gebärmutterblutung gestorbenes Weib verloren hatte, auf Pfund; in Burdach's Physiologie wird die Blutmenge, die man aus dem Körper eines Enttpleten gewonnen hatte, auf 24 Pfund angegeben. Man schätzte die Blutmenge des Menen auf etwa $^1/_7$ des ganzen Körpergewichtes. Nach den oben erwähnten Untersuchungen, hierüber Bischoff angestellt hat, ist das Verhältniss bei dem Erwachsenen ein weit gerines, wie 1 : 13, bei Neugeborenen nur 1 : 19 (Welcker).

Diese Blutmengenbestimmungen sind nach der Methode von Welcker gemacht, die den zu diesen Ermittelungen versuchten Methoden die genauesten Resultate gibt. Valenhatte die Blutmenge dadurch zu bestimmen gesucht, dass er bei einem lebenden Thiere Blutentziehung machte und die entzogene Blutmenge und den procentischen Wassergehalt selben bestimmte. Nun spritzte er eine bestimmte Menge Wasser in die Blutgefässe ein. hdem er annehmen konnte, dass sich Wasser und Blut im Kreislaufe vollkommen gemischt ten, entzog er eine neue Blutprobe, in der er wieder die Wassermenge bestimmte. Diese ite Probe sagte aus, um wieviel durch die bekannte eingespritzte Wassermenge der Gemtwassergehalt des Blutes zugenommen hatte. Ein einfacher Regeldetriansatz ergab ihm diesen Daten die Gesammtblutmenge. Die Resultate nach dieser Methode sind aber nicht erlässig, da man nicht genau weiss, ob wirklich eine gleichmässige Mischung des Wassers dem Blute eingetreten ist, und weil sicher das verdünnte Blut sogleich in gesteigerten sionsverkehr mit den Geweben tritt und dadurch seinen künstlich veränderten Wasserlt sofort wieder auf den normalen Stand zurückzuführen bestrebt ist.

Nach Welcker's Methode wird zuerst eine Blutprobe entzogen, gemessen und ihr specites Gewicht bestimmt, oder man wiegt die Blutprobe direct auf einer chemischen Wage. se Blutmenge verdünnt man mit einer bestimmten Menge Wassers. Aus dem zu untersenden Organismus wird dann durch Ausfliessenlassen, Ausspritzen der Gefässe und Ausen der zerhackten Gewebe mit Wasser oder 1% Kochsalzlösung aller Blutfarbstoff ausge-. Man bekommt dadurch eine mehr oder weniger roth gefärbte Flüssigkeit, deren Menge bestimmt. Davon bringt man in ein parallelwandiges Glasgefäss eine Probe. In ein gleiches Glasgefäss, — es können dazu auch Röhren von der gleichen Weite, Wandund demselben Glase dienen, — so dass die auf ihre Färbung verglichenen Flüsitsschichten gleich dick sind, bringt man eine kleine, gemessene Menge der mit wenig ser verdünnten Blutprobe und verdünnt diese so lange mit gemessenen Wassermen, bis sie genau die gleiche Farbe hat, wie die »Waschflüssigkeit«. Die Menge der chflüssigkeit ist bekannt, die Gesammtmenge der Blutprobe mit dem zugesetzten ser ebenfalls. Wir wissen, in dieser Probe ist neben so und so viel Wasser so und so Blut. Procentisch muss das Wasser- und Blutverhältniss in beiden Flüssigkeiten, der chflüssigkeit und der Probeflüssigkeit, das gleiche sein, da ihre Färbung die gleiche ist. sehr einfache Rechnung mit einer unbekannten Grösse ergibt uns die gesuchte Blutmenge r Waschflüssigkeit, zu der noch die zuerst zur Probe entzogene Blutmenge hinzu ge- werden muss. Da das specifische Gewicht des Blutes bestimmt wurde, so lässt sich ... Gewicht berechnen und so das Blutgewicht mit dem Körpergewicht verglei- ... relativ sehr genau. Es thut ihr keinen wesentlichen Eintrag, dass

das venöse Blut stets eine etwas grössere Färbekraft besitzt, als das arterielle, und dass au die anderen Blutarten darin Unterschiede zeigen. Man kann einen Theil der daraus entspri genden Fehler vermeiden, wenn man die Blutprobe aus gleichen Theilen arteriellen u venösen Blutes mischt.

VIERORDT hat aus der Umlaufszeit der Gesammtblutmenge, aus der Blutmenge, welc eine Kammersystole entleert, und aus der Zahl der Systolen die Blutmenge des Menschen 5000 Gramm = 10 Pfund berechnet. Seine Methode, die unten noch erwähnt werd soll, gibt sonach das gleiche Resultat wie die WELCKER'sche, sie bestätigen sich gegenseitig.

Blutverluste, Aderlass. Unter der Einwirkung des Blutverlustes verändert sich die Blutz sammensetzung um so stärker, je mehr Blut entzogen wurde. Der Gehalt an Blutkörperch und Haemoglobin nimmt ab, der Wassergehalt zu, während der Gehalt an Eiweissstoff sich wenig, der an anorganischen Stoffen gar nicht verändert zeigt. Nach wenigen Tag sind bei gesunden Menschen und Thieren diese Veränderungen wieder ausgeglichen (Na u. v. A.). TOLMATSCHEFF beobachtete ohne eine Veränderung in der Nahrungsmenge bei ein Hunde, welchem er in 71 Tagen 6 relativ grosse Blutentziehungen machte (im Ganzen 1,(Kilogramm = 14,27% des Anfangskörpergewichts), ein sehr bedeutendes Ansteigen d Körpergewichts von 11,53 zu 17,30, d. h. um 50% des Anfangsgewichts.

Die Transfusion. Die Blutmenge kann, wie wir sahen, ohne dass dadurch das Leben b einträchtigt würde, nicht unbedeutende Schwankungen erleiden. Ueber ein bestimm Maximalmaass darf aber der Blutverlust nicht gehen, ohne das Leben in seinem inner Kerne zu bedrohen. Die Blutkörperchen und das in ihnen enthaltene Haemoglobin hab die Aufgabe, dem Organismus aus der Luft die nöthige Sauerstoffmenge zuzuführen. V lassen diese Sauerstoffsammelvorrichtungen in grosser Anzahl den Körper, so tritt zu Sauerstoffmangel und schliesslich mit Nothwendigkeit Erstickung ein, wenn die resti Blutkörperchenmenge dem Sauerstoffbedürfniss des Organismus nicht mehr genügt. Krämpfe, welche die Verblutung begleiten, sind Erstickungskrämpfe. Wir sehen bei blutenden das Bewusstsein schwinden. Die Herzbewegung wird schwach, das Blut nimmt Fibrin zu und erhält in hohem Maasse die Neigung zu gerinnen. Diese Momente erhalten fältig durch Blutung hoch bedrohte Leben. Indem der geschwächte Herzstoss das entsteh Blutgerinnsel von der blutenden Gefässöffnung nicht mehr wegzustossen vermag, wird verschlossen und der Organismus erhält Zeit, seine Verluste an Blutkörperchen durch bildung derselben wieder zu ersetzen.

Seit den Versuchen, die im Jahre 1657 von CHRISTOPH WREN veranlasst wurden, ist es Aerzten bekannt, dass es möglich ist, das Leben verblutender Thiere durch Einspritzen schen Blutes anderer Thiere in ihre Venen zu erhalten. Die grössten Physiologen aller Ze haben sich mit der Bluttransfusion befasst, die in der neuesten Zeit vor Allem durch Verdienst MARTIN's und NUSSBAUM's auch in die ärztliche Praxis eingeführt wurde. Bei Ver tungen, besonders im Wochenbette, denen der Arzt sonst hülflos gegenüberstand, ist Mittel der Transfusion ein souveränes. Bei vielen Krankheiten und Vergiftungen wird die Folgezeit die Bluterneuerung vom grössten Nutzen finden, wir werden sogleich einen derartigen Fall zu erwähnen Gelegenheit haben (S. 435). Es ist nöthig, dass sich der A mit der Technik der Bluteinspritzung vollkommen vertraut mache, ehe er sie anzuwenden zwungen ist. L. VON BELINA SWIONTKOWSKY hat die Literatur und die verschiedenen Meth der Transfusion zusammengestellt. In neuerer Zeit hat die Frage der Transfusion von S PANUM's, LANDOIS' u. v. A. eine erneute und eingehende Bearbeitung gefunden. Zur dauern Erhaltung des Lebens kann nach PANUM nur Blut derselben Species für jedes Thier dien Dem Menschen darf nur Menschenblut eingespritzt werden. Es zeigt sich zwar, dass bei v bluteten Thieren durch Einspritzen von Blut einer anderen Species die Functionen des Leb für einige Zeit in normaler Weise zurückkehren. Diese Thiere gehen aber nach einigen Tag aus verschiedenen Ursachen, oft an unstillbaren Blutungen, zu Grunde. Letztere rühren davon her, dass man fibrinfreies Blut eingespritzt hatte. PANUM räth zur Transfusion nur fibrinirtes Blut an. Nach kurzer Zeit zeigt sich, wenn Blut derselben Species eingesp

de, der Fibrinmangel ersetzt. Das oft verwendete Lammblut scheint im Menschenkörrasch zersetzt zu werden. PONFICK fand in einer kurz nach einer Lammbluttransfusion orbenen Wöchnerin zahlreiche »Bruchstücke zerfallener Lammblutkörperchen im Plasma Blutes aller Körpergegenden«. Vogelblut ist für Säugethiere direct giftig l zwar ganzes Blut wie Serum. Alles fremde Blut löst sich auf (PLÓSZ und GYORGYAI, :ITE). Auch LANDOIS nimmt als sicher an, dass sich im Blute des Menschen fremde Blutperchen auflösen und dadurch Veranlassung zu Verstopfungen von Gefässen geben kön-n. Hundeblut schadet Füchsen wenig oder nicht.

Die Bluttransfusion nützt nicht als Ernährungsmittel. Verhungernde Thiere nnte PANUM durch Bluteinspritzung nicht am Leben erhalten. L. TSCHIERIEW konnte an nden nachweisen, dass die gleiche Blutmenge, welche, vom Magen und Darm aus aufge-mmen, eine reichliche Steigerung der Harnstoffausscheidung hervorrief, direct frisch ins ut eingespritzt die Ausscheidung des Harnstoffes nur in geringem Grade steigerte. Zu dem-lben Resultate kamen J. FORSTER und LANDOIS bei der Wiederholung dieser Versuche; der stere weist darauf hin, dass jegliche Einspritzung von Flüssigkeit in das Blut die Harnstoff-isscheidung etwas steigert. Blutserum dagegen steigert die Harnstoffausscheidung nach jection in die Venen oder subcutan viel beträchtlicher, noch mehr Hühnereiweiss, sodass, enn es sich um Ernährung durch subcutane Injectionen oder Injectionen ins Blut handeln llte, Blutserum eingespritzt werden müsste. Natürlich kann es sich bei diesen Versuchen nächst nur um Blut derselben Thierart handeln, da von »differentem Blut« der Zerfall in m Gefässsystem nachgewiesen ist. Die Ursache der kapillaren Blutungen nach Transfusion terogenen Blutes sucht LANDOIS in collateraler Fluxion durch Verstopfung kapillarer Gefäss-zirke, wobei eine geringere Gerinnungsfähigkeit des mit gelöstem Haemoglobin des Fremdlutes vermischten Blutes mitwirken soll. Andere denken an Ernährungsstörungen in der efässwand unter Einfluss des heterogenen Blutes. Neuerdings hat man bei Cholera asiatica nstige Erfolge von Bluteinspritzung in die Venen gesehen.

An Stelle der Transfusion räth GAILLARD THOMAS nach WAGSTAFFE's Vorgang Milchtrans-sion in die Venen an. Nach 12 Operationen der Art, 2 von HOWE, 3 von HODDER und von THOMAS selbst, erklärt er die Erfolge für sehr ermuthigend. Aehnlich wie bei Blut-ansfusion erfolge nach der Operation zuerst ein Frostanfall und Temperaturerhöhung, elche Symptome jedoch bald zurücktreten und einem Wohlbefinden Platz machen sollen. ilch von einer gesunden Kuh, ganz frisch gemolken, sei zu verwenden. Ein Glastrichter, ein ummischlauch und ein Röhrchen mit einem kleinen Knopf sollen jeden complicirten Apparat setzen. Die deutschen Experimentatoren kommen zu weniger günstigen Ergebnissen. N. ULFSBERG konnte die »ernährende« Wirkung der Milcheinspritzungen nicht bestätigen. Er nd eine Vermehrung der weissen Blutkörperchen, welche die Milchkügelchen »fressen« llen. Auch nach starken Blutentziehungen vertrugen die Hunde WULFSBERG's nur kleine jectionsmengen von Milch, so dass die Hoffnung, Bluttransfusionen durch Milchtransfusionen ersetzen, nicht gerechtfertigt erscheint. Subcutane Milchinjectionen wirken ebenfalls nicht nährend«.

Eine fieberhafte Temperatursteigerung tritt auch nach Bluttransfusion ein, ch wenn arterielles Blut eines Thieres in seine eigene Vene transfundirt wird (ALBERT und ICKER, P. LIEBRECHT). Als Grund dafür wird auf eine bei Transfusion eintretende Blut-ung im Pfortadersystem (HASSE) hingewiesen, worauf sich vielleicht auch die Milz-chwellung bei Fieber beziehen mag.

Verhalten des Blutes gegen giftige Gasarten.

Wir haben das Verhalten des Blutes einigen Gasarten gegenüber noch zu beachten, die ur z. Thl. in reiner Luft nicht vorhanden sein sollten, die aber oft genug zu Störungen s Blutlebens Veranlassung geben. Man bezeichnet die betreffenden Gasarten gewöhnlich als

giftige: Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Stickstoff, Stickoxydgas, Schwefelwasserstoff etc. Die Wirkung dieser gasförmigen Stoffe auf das Blut ist im Allgemeinen eine Sauerstoffentziehung, aber in verschiedener Art.

Wenn wir Thiere in einer Stickstoffatmosphäre ersticken sehen, so hat das seinen Grund nicht etwa in einer giftigen Wirkung des Stickstoffs auf den Organismus, wie die Bezeichnung des Gases voraussetzen lässt. Die Erstickung tritt ein, weil die für die Erhaltung der normalen Blutzusammensetzung nöthige Sauerstoffzufuhr zu den Blutkörperchen in der Stickstoffatmosphäre fehlt. Das Oxyhaemoglobin verwandelt sich in Haemoglobin, welches zwar die Fähigkeit zur Sauerstoffbindung und damit zur normalen Gewebsernährung noch besitzt, aber keinen Sauerstoff findet, um damit wieder Oxyhaemoglobin zu bilden. Es ist also bei Stickgas der Sauerstoffmangel, der erstickend wirkt. Ebenso tödtet reines Wasserstoffgas, das Niemand ein Gift nennt. Auch die Wirkung der Kohlensäure auf das Blut ist z. Th. von dieser Art. Doch treten bei gesteigerter Kohlensäuremenge in der Atmosphäre und gehinderter Ausscheidung derselben aus dem Blute Vergiftungssymptome ein, welche auf Störungen des centralen Nervenlebens beruhen.

Etwas anders gestaltet sich die giftige Wirkung des Schwefelwasserstoffgases. Auch hierbei tritt ein Sauerstoffmangel im Blute ein, aber aus anderen Gründen. Das Oxyhaemoglobin hat die Fähigkeit, seinen Sauerstoff an leicht oxydirbare Substanzen abzugeben und sich dabei in Haemoglobin zu verwandeln. Es wird daher der mit dem sauerstoffhaltigen Blutfarbstoff in Berührung kommende Schwefelwasserstoff oxydirt. Der Wasserstoff desselben wird unter Beschlagnahme des Sauerstoffs im Blute in Wasser verwandelt, wobei sich der Schwefel ausscheidet. Der Schwefelwasserstoff setzt dadurch (Rosenthal und Kaufmann) auf andere Art, als die vorher genannten Gase, einen Sauerstoffmangel des Blutes und in Folge dessen in entsprechender Quantität eine wahre Erstickung. Die Blutkörperchen, resp. das Haemoglobin verlieren primär durch ihn nicht die Fähigkeit der Sauerstoffaufnahme. Im Anfang färbt der ausgeschiedene Schwefel das Blut gelbgrün. Im lebend mit Schwefelwasserstoff vergifteten Organismus kann es nicht zu den weiteren Zersetzungen des Blutes durch Schwefelwasserstoff kommen, welche schliesslich zu einer Schwärzung desselben führen. Sobald das Leben aufgehört hat, wird ja durch die Athmung auch kein Schwefelwasserstoff mehr dem Blute zugeführt. Wie Schwefelwasserstoff verhält sich Phosphorwasserstoffgas, das sich im Blut zu phosphoriger Säure reducirt (Dybkowsky). Auch Arsen- und Antimonwasserstoffgas scheinen analog zu wirken (Hoppe-Seyler).

Kohlenoxydgas und Stickoxydgas gehen mit dem Blutfarbstoff ganz analoge Verbindungen ein, wie es der Sauerstoff thut, was bei dem optischen Verhalten der Haemoglobine schon besprochen wurde. Das Stickoxydgas ist seit den Untersuchungen seiner berauschenden Wirkungen durch H. Davy vielfältig auf seine physiologische Bedeutung geprüft worden. Davy glaubte, dass der in ihm erhaltene Sauerstoff vom Organismus zu seinen Verbrennungen verwendet, dass es im Blute in Stickstoff und Sauerstoff zerlegt werden könne. Die Untersuchungen von L. Hermann ergaben, dass dem nicht so ist. Das Leben wird durch Stickoxydul nur dann nicht beeinträchtigt, wenn es mit Sauerstoff gemischt ins Blut gelangt. Es bildet, ohne dass dadurch Sauerstoff aus dem Blute frei würde, mit dem Haemoglobin eine dem Oxyhaemoglobin analoge Verbindung von Stickoxydulhaemoglobin. Der Sauerstoff des Blutes verzehrt sich unter der Beimischung des Stickoxydules rascher als sonst. Es dringt in das Blut jedoch nur in Minimalmengen ein, da es irrespirabel ist (cf. Athmung). In Beziehung auf seine Austreibbarkeit aus dem Blute durch Sauerstoff verhält es sich analog dem CO, soll aber nach Podolinsky noch etwas schwerer austreibbar sein als letzteres.

Wichtiger als die Wirkung dieses Gases ist die des Kohlenoxyds. Das Kohlenoxyd verbindet sich, sowie es mit dem Blutfarbstoff im Blute in Berührung kommt, mit diesem zu Kohlenoxydhaemoglobin. Der Sauerstoff wird dabei vollständig aus dem Blute ausgetrieben, so dass mit genügender Quantität Kohlenoxyd geschütteltes Blut sich ganz sauerstofffrei zeigt. Das Blut nimmt unter der Einwirkung des Kohlenoxydgases eine dunkel kirschrothe Farbe an. Die Erfahrung lehrt, dass von diesem giftigen Gas verhältnissmässig gro-

gen, wenn sie in kleinen Dosen nach einander in das Blut eintreten, keine bedeutenden Stö-
gen hervorrufen. Auf einmal geathmet würden 1000 Cub.-Cent. des Gases hinreichen, den
l beim Menschen herbeizuführen. Bei Hunden kann $^1/_5$ der gesammten Blutmenge mit Koh-
oxyd beladen werden, ohne den Tod zu veranlassen. Ist eine Vergiftung mit Kohlenoxyd
getreten, so kann durch fortgesetzte künstliche Sauerstoffzufuhr zum Blute, durch künst-
he Athmung das Leben gerettet werden. Der noch unvergiftete Antheil an Blutkörper-
en, der noch Sauerstoff aufnehmen kann, muss so lange functioniren, bis das Kohlenoxydgas
minirt ist. Ist die Vergiftung eine heftigere, so kann eine Zufuhr neuer, lebenskräftiger
her Blutkörperchen durch Bluttransfusion das Leben erhalten (Kühne). Das Kohlen-
yd verschwindet übrigens ziemlich rasch aus dem Blute. Man glaubte früher, dass die
imination nur möglich sei, indem das Kohlenoxyd zu Kohlensäure verbrennt. Nun steht es
irch Donders und Zuntz fest, dass das CO durch Auspumpen des Blutes im trockenen
Lüger'schen Vacuum und durch energische Ventilation des Blutes als solches aus dem Blute
sgetrieben werden kann. So wird also, so lange das Herz noch schlägt, energische künst-
che Athmung genügen, um das Blut zur Norm zurückzuführen. Donders hat gezeigt, dass
irchleiten von O oder H oder CO_2 genügt, um das CO aus dem damit gesättigten Blute aus-
treiben.

Die Kenntniss der Einwirkung der genannten Gase auf das Blut hat für den Arzt eine
eittragende Bedeutung. Die Vergiftungen in Gährkellern durch Kohlensäure, in La-
inen durch dasselbe Gas und Schwefelwasserstoff, durch ausströmendes Leucht-
as und Kohlendunst, in denen sich Kohlensäure und Kohlenoxyd finden, beruhen auf
m geschilderten Verhalten des Blutfarbstoffs und der rothen Blutkörperchen gegen diese
sarten. Das Kohlenoxydgas ist oft in nicht unbeträchtlichen Mengen im Leuchtgase ent-
lten, und dessen giftige Wirkungen beruhen zumeist auf dieser Beimischung. Henry fand
bis zu 12,8%. Peligot fand in einem Leuchtgase 28% dieses giftigen Stoffes! Man hat Er-
hrungen, dass das Leuchtgas, das im Boden aus Röhren ausströmt, sich unterirdisch weit
rbreiten und, indem es sich in entfernte Wohnhäuser zieht und dort ansammelt, Ursache
Erkrankungen der dortigen Bewohner werden kann. Ueber irrespirable Gasarten und
differente Gase bei Athmung.

Nachweis des Blutes, Blutuntersuchung.

Man weist das Blut vorzüglich mit dem Mikroskop nach. Durch Wasserentziehung wer-
n die rothen Blutkörperchen zu zackigen, sternförmigen Gestalten, während sie in sehr ver-
nnten Flüssigkeiten kugelig aufschwellen und einen Theil oder allen Farbstoff austreten
sen. Im verwesenden Blute verschwinden die rothen Blutkörperchen endlich, und es tritt
ihre Stelle eine körnige Masse. Eine mikroskopische Unterscheidung, ob das Blut vom
nschen oder von Säugethieren stammt, ist meist nicht möglich, da die Blutkörperchen der
teren meist keine bemerkbaren qualitativen Unterschiede von ersterem zeigen und sich nur
rch verschiedene Grösse unterscheiden, welche durch Schrumpfung und Quellung nach
iden Richtungen zu wesentlich modificirt werden kann. Nur das Kameel und kameelartige
iere haben ovale Körperchen mit einem Kern. Den letzteren ähnlich sind die rothen Blut-
rperchen der Vögel, Fische und Amphibien, die sich von einander durch ihre Grössen-
terschiede unterscheiden lassen. Wenn das leicht zu verschaffende Hühner-, Tauben- oder
chblut für Menschenblut, z. B. bei Krankheitssimulation — für Blutbrechen oder Blut-
sten, oder für Menstrual- oder Hymenalblut — ausgegeben werden soll, kann also die
kroskopische Untersuchung von Werth sein. Manche pflanzliche Gebilde sind den Blutkör-
rchen sehr ähnlich, worauf man unter Umständen zu achten hat. In einer blutig gerötheten,
heinend stark mit Blut getränkten Erde fand Erdmann mikroskopische, den Blutzellen
de Körperchen, welche von einer Alge: Porphyridium cruentum Naegeli herrührten.
eingetrocknet, so gelingt es manchmal durch Aufweichen mit Wasser, die

Blutkörperchen zum Vorschein zu bringen. Regelmässig soll das nach der Methode v J. Gwosdew gelingen, der eine Mischung von Aether und Amylalkohol anwendet, welc die Blutkörperchen in nahezu normaler Form wieder sichtbar macht. Es kann mit diese Gemisch auch die Frage entschieden werden, ob der Blutflecken von faulem oder frische Blute herrührt. In Flecken aus faulem Blute treten nur feine Körnchen, keine Blutscheibch hervor. J. G. Richardson zerreibt das eingetrocknete Blut zu feinem Pulver und leitet nun lange durch das zwischen Objectträger und Deckglas befindliche Blutpulver vermittelst Lösch papier $^3/_4$% Kochsalzlösung, bis das Präparat fast farblos geworden ist. Nun lässt er ein Tropfen Anilinroth unter das Deckglas fliessen und nach einer halben Minute wieder dur die Kochsalzlösung verdrängen. Die Blutkörperchen zeigen sich dann deutlich gefärbt.

Man hat in den Veränderungen, welche der Blutfarbstoff unter der Einwirkung von Koch salz mit Essigsäure erleidet, eine sehr scharfe chemische Probe auf Blut, die vor All für gerichtliche Zwecke verwendet wird: die Haeminprobe. Eine sehr geringe Men trockenen Blutes — stecknadelkopfgross — reicht zu der Haeminprobe hin. Man mischt Blutpulver mit etwas wenigem — kleine Messerspitze — Kochsalz und zerreibt beide zusam men sehr fein. Dann breitet man einen Theil de Mischung flach auf ein Objectglas zu mikroskopisch Gebrauche aus, legt ein Deckgläschen darüber und lä nun einen Tropfen wasserfreier Essigsäure (Eises von aussen zufliessen. Nun erwärmt man über ei möglichst kleinen Flamme auf dem Objectglase schwa bis die Essigsäure eben Blasen zu werfen beginnt, lässt einige Minuten abkühlen. Jetzt zeigt das Mikros zwischen farblosen Krystallen von Kochsalz und ess saurem Natron kleine schwarze Krystalle von Haemin in grösserer oder geringerer An (Fig. 100). Hier und da ist die Krystallisation nicht eingetreten, neuer Essigsäurezusatz neues Erwärmen bringt sie dann hervor. Flüssiges Blut gibt die Krystalle nicht, nur getrocknetes, mag es vorher frisch, faul oder gekocht gewesen sein. Das Haemin ist n Hoppe-Seyler salzsaures Haematin, das in Essigsä ohne Zersetzung löslich ist (Fig. 101).

Fig. 100.

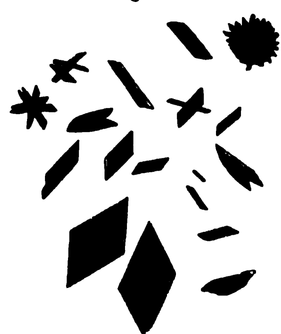


Teichmann'sche Krystalle.

Nach Sonnenschein gibt eine mit Essigsäure oder Pho phorsäure angesäuerte Lösung von wolframsaurem Na tron mit Lösungen von Blutfarbstoff einen rothen Nied schlag, der sich in Ammoniak dichroitisch löst.

Leube empfiehlt zu forensischen Zwecken auch optische Blutprobe. Man bedarf dazu nur eines winzigen Fle chens vertrockneten Blutes, den man in einem Tröpfch Wasser auflöst. Die Lösung lässt man in eine feine Kapill aufsteigen, die man in den Spalt des Spektroskops der Län nach einfügt. Die beiden Absorptionsstreifen des Oxyhaem globins sind vollkommen charakteristisch bei einer ursprü lichen Blutmenge von $^1/_3$ Cub.-Millimeter.

Fig. 101.



Krystalle des Haemin.

Die Modificationen, welche der Blutnachweis in gerich lichen Fällen erfahren muss, sind sehr mannigfaltig, wor hier nicht eingegangen werden kann. Erschwert wird der Nachweis des Blutes durch Eisen rost, wenn sich das Blut auf einem Stahl- oder Eiseninstrument befindet. Man senkt d Stahl mit dem Flecken in kaltes Wasser; Farbstoff und Eiweiss, das hier in löslichem Z stande vorhanden ist, lösen sich allmälig mit Hinterlassung des Farbstoffes auf, der auf d Stahl sitzen bleibt und mit dem Fingernagel abgelöst werden kann. Bei der Lösung set sich ein rother Streifen auf den Boden der Flüssigkeit, die dann weiter untersucht werd muss, Salpetersäure schlägt in ihr Eiweiss nieder. Hat sich Rost mit gesenkt, so kann die abfiltrirt werden, durch ein möglichst kleines Filtrum. Auch auf Zeugen bleibt nach d

Lösung des Blutfleckens das Fibrin zurück, was für gerichtliche Zwecke wichtig scheint, da man häufig die Blutflecken auf Kleidern und Wäsche von Menstrualblatt ableiten will (S. 418). Der Faserstoff kann übrigens auch fehlen, wenn das Blut z. B. unmittelbar auf das Hemd ausgeflossen war und sich von da aus in ein anderes Kleidungsstück eingesaugt hat.

Der Nachweis des Kohlenoxyds im Blut geschieht nach HOPPE-SEYLER auf optischem Wege durch die Unveränderlichkeit der Kohlenoxyd-Haemoglobinstreifen durch reducirende Mittel. Versetzt man nach HOPPE-SEYLER kohlenoxydhaltiges Blut mit mässig concentrirter Natronlauge im Ueberschuss, so entsteht nicht wie im gewöhnlichen Blute sogleich eine schwarzbraune, schmierige Masse, sondern eine zinnoberrothe: gefälltes Kohlenoxydhaemoglobin.

Cyanwasserstoff (Blausäure und Cyankalium) geht nach HOPPE-SEYLER und PREYER noch eine Verbindung mit Haemoglobin ein, welche aber die Giftwirkung derselben nicht zu bedingen scheint, da PREYER die Existenz dieser Verbindungen im Blute mit Cyankalium und Blausäure vergifteter Thiere nicht nachweisen konnte.

Aerztliche Bemerkungen, Blut in Krankheiten. — Bei Erstickten gerinnt das Blut sehr langsam, der Mangel der Gerinnung bei vom Blitz Erschlagenen scheint ein Beobachtungsfehler (KÜHNE). Nach Schwefelsäurevergiftung soll das Blut manchmal sauer reagiren.

Bei Gelenkrheumatismus, Pneumonie, wie bei allen entzündlichen Krankheiten, soll das Blut mehr Faserstoff ausscheiden, es bildet unter Umständen eine Speckhaut (388, 399, 418). Wo sich mehr Fibrin ausscheidet, deutet das auf einen grösseren Reichthum des Blutes an fibrinogener Substanz, da alles Blut fibrinoplastische Substanz im Ueberschuss besitzt. Im späteren Verlauf der Entzündungskrankheiten sehen wir, wie bei allen consumirenden Leiden, die wesentlichen Blutstoffe, namentlich Blutkörperchen und Blutfarbstoff, vermindert. Im leukämischen Blute, über dessen Reichthum an weissen Körperchen schon oben referirt wurde, fand SCHERER auffallend viel Harnsäure, Hypoxanthin und Glutin (Collagen), KÜHNE macht darauf aufmerksam, dass dieses Vorkommen von Collagen die weissen Blutzellen zu den Zellen des Bindegewebes in Beziehung zu setzen scheint, deren Funktion die Bildung eines collagenen Gewebes ist. BÖDEKER gelang es auch, aus den Eiterzellen Glutin darzustellen, v. GORUP-BESANEZ fand jedoch kein wahres Glutin im leukämischen Blut, sondern einen leimähnlichen Körper. Auch G. SALOMON vermisste in zwei Fällen lienaler Leukämie im Blute Harnsäure und Glutin, dagegen fand er Hypoxanthin zu 0,007—0,011 % und Fleischmilchsäure zu 0,05—0,064 %. Die Milz enthielt Glutin und Glycocoll, Hypoxanthin, Xanthin, Leucin, Tyrosin, aber keine Harnsäure. Auch die Pericardialflüssigkeit enthielt Hypoxanthin. Im Urin fand sich weder Fleischmilchsäure, noch Hypoxanthin. Blut bei carcinomatöser Pleuritis enthielt ebenfalls Hypoxanthin und Spuren von Fleischmilchsäure 0,007 %. In der Cholera wird das Blut sehr wasserarm, theerähnlich, ebenso nach allen starken Diarrhöen, z. B. der Säuglinge (Atrophie). In der Cholera nimmt das Blutserum aus den Körperchen Kalisalze und Phosphate auf, deren Menge in den Blutkörperchen entsprechend abnimmt. Bei der bekannten Giftigkeit der Kalisalze kann eine solche Anhäufung derselben im Serum an den Krankheitserscheinungen der Cholera, z. B. den Krämpfen, nicht unbetheiligt sein. Auch die Harnstoffmenge im Blut nimmt zu, es findet sich in allen Organen Harnstoff, der dann auch massenhaft im Schweiss ausgeschieden wird. Bei Dysenterie sinkt das specifische Gewicht des Blutes, weil der Gehalt an Eiweissstoffen (nicht der an organischen Salzen) abnimmt. Bei allgemeinen Wassersuchten ist der Wassergehalt des Blutes erhöht. Bei Scorbut soll das Blut wasserreicher und reicher an Fibrin sein. Bei Arthritis steigt in der Regel der Harnsäuregehalt des Blutes. GARROD fand, dass das Blut der Arthritiker, in einem Uhrglase direct mit etwas Salzsäure versetzt, an einem hineingelegten Wollenfaden Harnsäurekrystalle absetzt. Bei Urämie (siehe Harn) häufen sich im Blute alle Harnbestandtheile an, die Kalisalze scheinen besonders an den Symptomen sich zu betheiligen. Bei Icterus lässt sich Gallefarbstoff durch die GMELIN'sche Reaktion im

Blutserum direct nachweisen, auch gallensaure Salze finden sich. Bei Diabetes fand man das Blut oft stark zuckerhaltig. Ueber Veränderung des Wassergehaltes des Blutes cf. auch oben S. 412. Der Haemoglobingehalt des normalen Blutes beträgt nach H. Quincke etwa 15 Vol. pCt. Er sinkt bei Chlorose (5,4%) und Leukämie (5,8%), auch nach wiederholten Blutverlusten und schweren konsumirenden Leiden (z. B. Pyämie 3te Fieberwoche) auf 11,8%.

In entzündeten Organen heften sich die weissen Blutkörperchen an die Wandungen der dann erweiterten Kapillaren und Venenanfänge an, wodurch das Strombett verengert, der Blutstrom verlangsamt wird, theilweise treten sie hierbei durch die Wandungen des Gefässrohrs hindurch (cf. Diapedesis).

Lösung von Blutfarbestoff hat man bei Haematurie (der Rinder) beobachtet. Chlorsaures Kali, salpetrigsaures Natron, Einathmung von Amylnitrit und Untersalpetersäuredämpfen bilden Methaemoglobin im Blute.

Elftes Capitel.

Die Blutbewegung.

I. Das Herz.

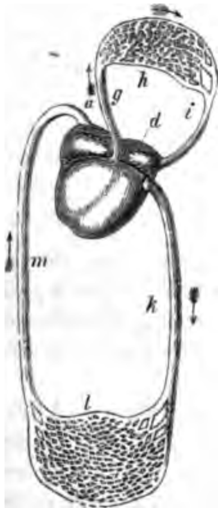
Allgemeine Beschreibung der Blutbahn.

Die Bewegung des Blutes beginnt im Herzen und kehrt, nachdem sie die Bahn der Gefässe durchlaufen, wieder zu ihrem Ausgangspunkte zurück, sie ist also ein Kreislauf und geschieht immer in derselben Richtung. Der Hauptbewegungsantrieb geht vom Herzen aus, das als doppeltes Pumpwerk in den Mittelpunkt der Blutbahn eingesetzt ist.

Die Blutbahn beginnt mit einem einfachen, röhrenförmigen Gefäss — Aorta — welches aus der linken Herzhälfte entspringt; sie verzweigt sich in der Folge vielfältig und erweitert ihr Lumen dadurch bedeutend, da die Querschnitte der aus einem einfachen Gefässe entspringenden feineren Zweige meist grösser sind, als der Querschnitt des einfachen Gefässes. Nur für mittelstarke Arterien gilt diese Regel nach Beneke nicht; er fand den Querschnitt der Aorta abdominalis 2 cm über der Bifurcation constant grösser, als die Summe der Querschnitte der beiden Iliacae comm.; dasselbe Verhältniss fand er für die Aorta ascendens und die 5 Hauptzweige der Aorta. Die Zweige der Aorta werden immer feiner, schliesslich zu Kapillaren, welche die kleinsten Gewebsabschnitte regelmässig umspinnen und deren Wandungen zwischen dem Blut und den Gewebsflüssigkeiten Diffusionsverkehr und durch die Stomata directen Stoffaustausch gestatten, während die grösseren Gefässe namentlich durch ihren inneren festen Epithelbeleg während des Lebens für die Blutflüssigkeit undurchgängig sind. Alle Abgabe von Blutbestandtheilen an die Gewebe erfolgt durch die Kapillarwand, ebenso, mit Ausnahme der Lymphe, auch die Einnahme in das Blut. Die breiteste Stelle der Gefässbahn, das Kapillargefässsystem, verschmälert sich endlich dadurch wieder, dass die Kapillaren sich zu grösseren Stämmchen vereinigen, die dann in umgekehrter Weise, als die eben geschilderte Verzweigung vor sich ging, zu immer grösseren Stämmen zusammentreten und in die rechte Herzhälfte, welche von der linken durch eine Scheidewand vollkommen getrennt ist, einmünden. Man nennt diesen eben beschriebenen Weg den grossen Kreislauf, mit Unrecht, da das Blut hier zwar zum Herzen, aber doch nicht zu seinem wahren Ausgangspunkte zurückgekehrt ist. Um die

Bahn zu vollenden, wird das Blut aus dem rechten Herzen durch das zweite arterielle Hauptgefäss: die Lungenarterie, A. pulmonalis, in die Lunge getrieben, wo es ein zweites Kapillargefässsystem zu durchlaufen hat, aus dem es in mehreren Gefässen dem linken Herzen zuströmt, um von dort, wo es seinen Ausgang genommen, auf demselben Weg den Kreislauf von Neuem zu beginnen. Im Gegensatz zu dem grossen Kreislaufe wird die Bahn des Blutes durch die Lungen von der rechten zur linken Herzkammer (ebenfalls missbräuchlich) als kleiner oder Lungenkreislauf bezeichnet (Fig. 102).

Fig. 102.



Kreislaufsschema. *k* Arterie des grossen Kreislaufs, die sich bei *l* in die Kapillaren auflöst, *m* die daraus entspringenden Venen des grossen Kreislaufs, die bei *a* in den rechten Vorhof einmünden, *g* Lungenarterie, *h* Lungenkapillaren, *i* Lungenvenen, die bei *d* in den linken Vorhof einmünden.

In den beiden Abschnitten des Gefässsystemes im grossen und kleinen Kreislaufe sehen wir das Blut bis zur Auflösung der Bahn in die Kapillargefässe vom Herzen weg, dann, nachdem es die Kapillaren passirt, wieder dem Herzen zuströmen. Die Gefässe, welche das Blut centrifugal zu den Kapillaren führen, heissen im grossen und kleinen Kreislaufe Arterien; die Gefässe, welche centripetal von den Kapillaren zum Herzen das Blut leiten, werden als Venen bezeichnet.

Aus dem linken Herzen strömt in den Arterien des grossen Kreislaufes hellrothes, arterielles Blut den Geweben zu. In den Körperkapillaren verändert sich die Farbe des Blutes, indem es Sauerstoff an die Gewebe abgibt und dafür Kohlensäure in sich aufsaugt, es wird dadurch dunkelrothes venöses Blut. Dieses venöse Blut strömt in den Venen des grossen Kreislaufes zu dem rechten Herzen zurück. Die Haupterneuerung des Blutes, die dem im Verkehr mit den Gewebsflüssigkeiten dunkel gewordenen Blute seine arterielle, hellrothe Farbe wieder ertheilt, geschieht in der Lunge. Das Gefäss, welches das dunkel gefärbte, venöse Blut aus dem rechten Herzen der Lunge zuführt, wird nach dem angeführten Grundsatze, dass alle Gefässe, welche das Blut vom Herzen wegführen, Arterien heissen, als Lungenarterie bezeichnet. Sie führt aber kein arterielles, hellrothes, sondern dunkles, venöses Blut. In den Lungenkapillaren geht die wichtige Farben- und sonstige Eigenschaftsveränderung des Blutes vor sich, die Lungenvenen, welche das Blut aus den Lungen zu dem linken Herzen zurückführen, enthalten sonach nicht venöses, sondern hellrothes, arterielles Blut.

Die Gesammtblutmenge hat die besprochenen zwei Kapillarsysteme zu durchfliessen. Ein Theil des Venenblutes, und zwar das aus den Kapillaren der Milz und des Darmes stammende, wird in einem kurzen Venenstamm, der Pfortader, vereinigt, die sich in der Leber noch einmal zu einem Kapillarsystem auflöst, das sein Blut in den Lebervenen von Neuem sammelt und durch die untere Hohlader dem rechten Herzen zusendet. Dieser Antheil des Blutes durchsetzt also ein dreifaches Kapillarsystem, ehe es zu dem linken Herzen wieder zurückkehrt. Man bezeichnet oft (missbräuchlich) diesen Theil der Strombahn des Blutes als: Pfortaderkreislauf.

Sehen wir von der Pfortader ab, so zerfällt die schematische Blutbahn Fig. 102) in zwei symmetrische Hälften, in eine, welche arterielles Blut, und in eine zweite, welche venöses Blut führt. Das arterielle Blut fliesst von den Lungenkapillaren zur linken Herzkammer und von da zu dem Körperkapillarsystem, das venöse Blut strömt dagegen von dem letzteren Kapillarsysteme aus zu den Lungenkapillaren durch die rechte Herzkammer. Linke und rechte Herzkammer sind in gewissem Sinne functionell so vollkommen von einander geschieden, dass man sie wohl auch als linkes und rechtes Herz bezeichnet. Beide Hälften der Blutbahn haben nach dieser Anschauungsweise etwa in der Mitte ihres Verlaufes je ein Herz als Pumpwerk eingeschaltet, das die Bewegung des Blutes in ihnen besorgt.

Die Entdeckung des Kreislaufs. — Die Erkenntniss des Blutkreislaufs, ohne die eine wesentliche Erkenntniss der organischen Vorgänge im Körper der Thiere und des Menschen unmöglich war, ist erst eine verhältnissmässig sehr neue Errungenschaft der Physiologie. Das Alterthum und das Mittelalter hatten von diesem Vorgange keine Ahnung. HIPPOKRATES nannte alle blutführenden Gefässe Adern. In dem ihm zugeschriebenen Buche über die menschliche Natur sehen wir die aufgezählten vier Hauptgefässpaare nicht einmal mit dem Herzen in Verbindung. Das erste Gefässpaar entspringt im Nacken und endigt auswärts, das zweite beginnt am Kopfe, bildet am Halse die Drosseladern und endet an der Fussknöchel; das dritte verläuft von den Schläfen durch die Brustorgane zum Mastdarm; das vierte beginnt an der Niere, geht durch die Lungen nach den Armen bis zu den Fingern, geht aber von da zu den inneren Theilen des Leibes zurück. ARISTOTELES' Lehre stimmt im Allgemeinen mit der des HIPPOKRATES in Beziehung auf die Blutgefässe überein. Er nennt die Luftröhre Arterie. In einem späteren, dem ARISTOTELES wohl fälschlich zugeschriebenen Werke (Arist. de spirit.) wird die so lange herrschend gebliebene Ansicht über die Arterien aufgestellt. Man unterschied sie von den Venen und behauptete, dass sie, wie die Luftröhre, nicht Blut, sondern Luft führten. Die Lungenvenen bringen den »belebenden Lufthauch« von der Lunge her, und dieser ergiesst sich in die Arterien. Nach der Lehre GALEN's enthalten die Arterien nicht blosse Luft, sondern nur ein feineres, reineres, luftartigeres Blut als die Venen, aus denen sie übrigens gespeist werden. Der Hauptirrthum, welcher dieser Anschauung der alten Zeit zu Grunde lag und sich während des ganzen Mittelalters erhielt, war der, dass man glaubte, das Blut fliesse in denselben Bahnen vom Herzen weg und wieder zu demselben zurück. BERENGAR, 1502—1527 Professor in Bologna, entdeckte zuerst an einigen Punkten die Klappen in den Venen, welche eine Bewegung der Flüssigkeit in ihnen nach dem Herzen zu gestatten. FABRICIUS VON AQUAPENDENTE beschrieb diese Klappen 1574 in den meisten Venen des Körpers. Vorher schon hatte MICHAEL SERVETO 1553 die Bewegung des Blutes aus dem rechten Herzen durch die Lungen in das linke Herz anerkannt, während man sonst ein Durchschwitzen desselben aus der rechten in die linke Herzkammer durch die Scheidewand annahm. Die Entdeckung des eigentlichen Gesammtvorganges der Blutbewegung war dem Engländer WILHELM HARVEY aus Folkestone (geb. 1578, gest. 1657) vorbehalten. Siebzehn Jahre der Forschung hatten in ihm die Lehre vom Kreislaufe zur Gewissheit erhoben; er trat damit im Jahre 1619 öffentlich hervor und lehrte die Rückkehr des Blutes durch die Venen und schliesslich durch die Hohlvenen in die rechte Herzkammer. Das Blut strömt von hier zu den Lungen, von ihnen neubelebt zur linken Herzkammer, welche es dann durch die Arterien nach allen Theilen des Körpers entsendet. Schon 1630 trugen ROLLFINK, 1637 REN. CARTESIUS die neue Lehre in Deutschland und Frankreich vor. Wir werden in einem späteren Capitel sehen, in wie inniger Beziehung diese grösste Entdeckung der Physiologie zu einer kaum minder grossen: der Enträthselung des inneren Vorganges der Athmung steht.

Physiologische Anatomie des Herzens.

Wir beginnen unsere specielle Betrachtung des Kreislaufes mit dem Centralorgane desselben, mit dem Herzen, dessen aktive Zusammenziehung die Kraft liefert, welche das Blut durch die Arterien und Kapillargefässe in die Venen einpresst. Das Herz ist vorwiegend eine Druckpumpe; seine Saugwirkung wird S. 445 beschrieben.

Es ist Sache der Anatomie, den entsprechenden Bau des Herzens in seinen Einzelheiten zu schildern. Für unsere Zwecke genügt es vorerst, zu wissen, dass das Herz ein muskulöser Schlauch ist, der in vier Hohlräume zerfällt, von denen je zwei, Vorkammer und Kammer, direct in einander münden, von den beiden andern aber durch eine vollkommene Scheidewand getrennt sind. An den Einmündungsstellen der Vorkammern in die Kammern, sowie an den Anfangsstücken der aus den Herzkammern entspringenden beiden grossen Arterien, Aorta und Pulmonalis, stehen ventilartige Klappen, welche im normalen Verhalten die Blutbewegung nur in dem Sinne des Kreislaufs gestatten, indem sie sich jedem Rückwärtsströmen des Blutes vollkommen widersetzen.

Die Gesammtgrösse und das Gewicht des Herzens ist ziemlich bedeutenden Schwankungen unterworfen. Im Mittel wiegt es etwa 300 Gramm und schwankt normal zwischen 210—450 Gramm (Krause). Bei Frauen ist es im Durchschnitte etwas kleiner, als bei Männern, überhaupt hängt die Herzgrösse auf das Innigste mit der Gesammtentwickelung des Organismus und der Muskulatur zusammen.

Das Herz ist in eine seröse Hülle: den Herzbeutel, das Perikardium eingestülpt, dessen inneres Blatt die Aussenfläche des Herzens überzieht.

Im Innern werden alle vier Herzhöhlungen von einer Fortsetzung der innern Gefässhaut: dem Endokardium ausgekleidet, das an den Vorhöfen dick ist und wesentlich zu deren Elasticität beiträgt. Zwischen dem visceralen Blatt des Herzbeutels und dem Endokardium liegt die Muskulatur des Herzens. Ihre Bündel sind roth und quergestreift. Die Muskelschläuche scheinen bei im Allgemeinen schmäler, als in den willkürlichen Stammmuskeln, das Sarkolemma meist undeutlich; auch die Querstreifung ist sehr oft durch eine körnige Trübung des Inhaltes der Primitivmuskelschläuche verwischt. Das Zwischenbindegewebe ist wenig entwickelt, so dass man weniger, wie bei anderen quergestreiften Muskeln, scharf gesonderte Muskelbündel nachweisen kann. Die mikroskopischen Muskelschläuche sind eng mit einander verbunden, und es fällt bei ihnen die Erscheinung der Theilung und Verbindung von Muskelschläuchen mit einander durch längere oder kürzere Verbindungsstücke auf, so dass die mikroskopischen Muskelelemente netzförmig verbundene Reihen darstellen. Die Herzmuskelfasern (Muskelzellketten) gehen aus einer Verschmelzung einzelner reihenweis angelagerter Zellen hervor (Kölliker u. A.). Eberth hat gezeigt, dass auch im ausgebildeten Zustand der Herzmuskulatur der Wirbelthiere (Menschen) eine Sonderung der einzelnen Zellen von einander fortbesteht. Die die Muskelfasern zusammensetzenden ein- oder mehrkernigen Zellen zeigen ihre Kerne central gelagert, sie sind durch quere Scheidewände (G. R. Wagner hält die als Scheidewände gedeuteten Contouren für Artefacte) von einander getrennt und verbinden sich durch Zellausläufer in der ange-

'eise mit Zellen neben ihnen verlaufender Reihen (SCHWEIGGER-SEIDEL)). Sie mögen mit zu der mannigfaltigen Durchkreuzung der Bewehtungen der Herzmuskulatur beitragen. An den Herzkammern liegt :ulatur in mehreren Lagen über einander, besonders das linke Herz ist licke Wandungen ausgezeichnet, das erz ist weit dünnwandiger. Die Musan den Vorkammern ist verhältnissıur spärlich.

Verlauf der Muskelfasern des Herzens verwickelt. Sicher ist es, dass Vorkamd Kammermuskulatur gänzlich von einetrennt sind, während die Fasern von rzhälfte auf die andere übergehen. Beide und beide Ventrikel arbeiten darum eichzeitig, während Vorhöfe und Vench unabhängig von einander contrahiren Die Ursprungsstelle der Herzmuskulat vorzüglich um die Einmündungsöffder Vorkammern in die Kammern und mündung der Arterien, wo sich jene sehnigen Ringe finden, welche die ge- Oeffnungen umkreisen und als Annuli artilaginei bekannt sind. Die Mus- ı der Vorhöfe gehen ebenso wie die der n von einer Hälfte auf die andere über.

Fig. 103.



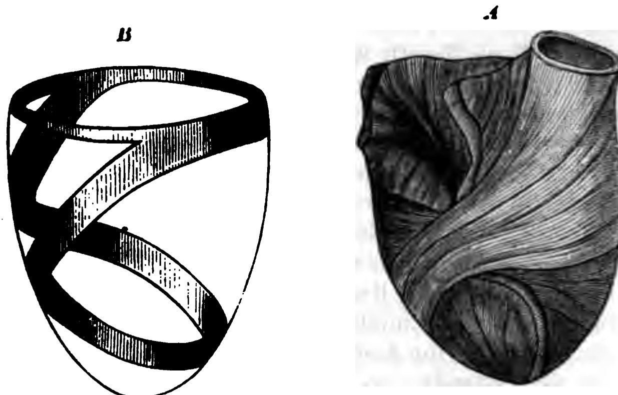
Anastomosirende Herzmuskelfäden in der Längslage. Rechts sind die Grenzen der einzelnen Zellen und ihre Kerne halbschematisch eingetragen.

eidewand der Vorhöfe gehört in ihren Fasern sowohl dem rechten, als ken Vorhofe an. Auch die Kammerscheidewand ist der Muskulatur der Kammern gemeinschaftlich. Nach KÖLLIKER ist die Muskulatur in den n im Allgemeinen so angeordnet, dass die Fasern sich sowohl an der als äusseren Fläche in ihrem Verlaufe durchkreuzen und dass sich dan Uebergänge aus der einen in die andere Richtung erkennen lassen. keln entspringen an den Klappenringen (Ostia venosa und Aorten- und ılmündung) theilweise mit kurzen Sehnen, theilweise direct, verlaufen verschiedenen Richtungen: entweder schief, der Länge nach oder quer, ich, nachdem sie in einer der angegebenen Richtungen einen grösseren ineren Abschnitt der Kammern umkreist haben, wieder zurück zu rsprung, in dessen Nähe sie sich wieder ansetzen. Sie bilden also fast Schleifen (Fig. 104), die sich in ihren Richtungen auf das Mannigfalırchkreuzen und fast alle mehr oder weniger um sich gedreht sind. il der Fasern gelangt nicht mehr zu ihrem Ausgangspunkte zurück, schlägt sich in die Papillarmuskeln um, welche endigen an den Sehn der Klappen (Chordae tendinae). Für die spiralige Anordnung der ge ist der Grund wahrscheinlich in entwickelungsgeschichtlichen Mozu suchen, da der ursprüngliche Herzschlauch bei seiner Ausbildung ein eine schleifenförmige Biegung, sondern auch eine Spiraldrehung , durch welche die ursprünglich vorhandenen Längs- und Querine entsprechend veränderte Richtung ihres Verlaufes annehmen

müssen (SCHWEIGGER-SEIDEL). Bei den Arterien scheint ebenfalls die Musk auch im entwickelten Zustand auf zwei sich rechtwinkelig kreuzende Sch zurückgeführt werden zu müssen, von welchen die äussere circulär verlä

Das Endokardium überzieht die ganze vielgestaltige Innenfläch Herzens mit allen Hervorragungen und Klappen. Letztere, welche aus I

Fig. 104.



Schema des Faserverlaufs der Herzkammermuskulatur (nach LUDWIG).

gewebe mit eingelegten elastischen Fasernetzen und Muskelfasern KÜRSCHNER u. A.) (in den Atrioventricularklappen) bestehen, werden auf beiden Flächen von dem Endokardium bedeckt, so dass man noch bis ihren Rand drei gesonderte Lagen an ihnen unterscheiden kann. Am I verschmelzen letztere. Das Endokardium überkleidet dort die faserige Ha noch mit Epithelzellen. Das Endokardium ist von weisser, sehnenartiger und lässt drei Schichten unterscheiden: ein Epithel aus vieleckigen ode streckten, kernhaltigen, platten Zellen, welche eine mehr oder weniger Lage elastischen Gewebes bedeckt, das sich besonders in den Vorkammer zwar am meisten in der linken verdickt zeigt. Eine schwache Bindegewel befestigt das Endokardium an seine Unterlage. Im Innern der Herzkau ist es so dünn, dass überall die natürliche Farbe der Muskeln durchschim doch auch hier lassen sich die drei Schichten noch nachweisen. Nach SCHWEI SEIDEL betheiligt sich auch Muskelgewebe, und zwar glattes und quergestr an der Endokardiumbildung. Die glatten Fasern sollen zwischen den elasti Lamellen liegen.

Die Blutgefässe, welche das Herz selbst mit Blut versorgen, umsp mit ihren Kapillaren in rechteckigen Maschen häufig nicht nur eine, wie b anderen quergestreiften Muskeln, sondern mehrere der dünnen, mikroskopi Muskelfasern. Auch in die Klappen gelangen kleine ernährende Gefässche wie in das Peri- und Endokardium. Die Venen gehen in die Kapillaren rasch über, indem mehrere kapillare Gefässchen sofort zu einem dic Stämmchen zusammentreten, was den Abfluss des Blutes wesentlich erleic muss. Lymphgefässe lassen sich im Peri- und Endokardium als eng- weitmaschige Netze nachweisen, einzelne Lymphgefässe dringen auch i

Klappen ein (EBERTH). Nach SCHWEIGGER-SEIDEL ist auch die Herzmuskulatur selbst reich an Lymphgefässchen, die theils röhrenförmig mit den oben genannten Netzen zusammenhängen, theils spaltartig (HENLE), aber mit einem dem Lymphgefässendothel analogen Häutchen ausgekleidet, ein sich mannigfach verbindendes Canalsystem zwischen den Muskelfasern bilden.

Ueber die Nerven folgt das Nähere unten.

Chemie des Herzfleisches. — Die chemische Zusammensetzung des Herzfleisches stimmt im Allgemeinen mit der der willkürlichen, quergestreiften Muskeln überein. Wir werden bei der Vergleichung der Aenderung der chemischen Zusammensetzung des Muskelfleisches durch vorausgegangene bedeutende mechanische Leistungen (Contractionen) erkennen, dass das Herz sich wie ein stark angestrengter Muskel verhält, was bei seiner rastlosen Thätigkeit nicht auffallen kann. Es zeigt vor Allem konstant einen ziemlich viel höheren Wassergehalt, als die übrigen Körpermuskeln. E. BISCHOFF fand in den Stammmuskeln eines Hingerichteten:

	feste Stoffe	24,3%
	Wasser	75,7 -
Im Herzfleische:		
	feste Stoffe	20,8 -
	Wasser	79,2 -

Aehnliche Verhältnisse finden sich bei allen Säugethieren. Der Fleischsaft des Herzens ist ausgezeichnet durch das Vorkommen einer nicht gährungsfähigen Zuckerart: des Inosit (SCHERER), welche in anderen Muskeln noch nicht mit Sicherheit erwiesen scheint. Man wollte bisher einen grösseren Gehalt des Herzfleisches an Kreatin aufgefunden haben, als in den übrigen Muskeln desselben Thieres: GREGORY fand im Ochsenherzen 1,4, im Ochsenfleisch nur 0,6 pro mille Kreatin. Das Verhältniss ist gerade umgekehrt, das Herz enthält weniger Kreatin, dagegen wohl stets einen Gehalt von Kreatinin, das den ruhenden Muskeln gewöhnlich fast vollkommen fehlt und durch die Einwirkung der während der Contraction entstehenden sauren Reaktion des Muskelsaftes aus dem Kreatin gebildet scheint. In Beziehung auf die übrige Zusammensetzung gilt alles bei den Skeletmuskeln Gesagte.

Die Bewegungen des Herzens.

Das Herz erscheint während des Lebens fast in unausgesetzter Bewegung. Es ziehen sich seine Vorkammern und Kammern in abwechselndem Rhythmus zusammen und erschlaffen, erweitern sich wieder. Die Zusammenziehung heisst Systole, die Erweiterung Diastole. Die beiden Vorkammern arbeiten immer gemeinschaftlich, gleichzeitig, ebenso die beiden Herzkammern. Nähere Beobachtungen ergeben, dass es eine kleine Pause gibt, während deren das gesammte Organ ruht. Diese Pause folgt auf jede Kammersystole. Während sich dann die Kammern erweitern, folgt auf die Pause eine Contraction der Vorkammern, dann eine immer etwas länger dauernde Zusammenziehung der Kammern, auf welche dann wieder die kurze Gesammtruhe eintritt, nach deren Ablauf die Contractionen in steter Regelmässigkeit wieder beginnen.

Während der Gesammtpause der Contractionen saugt sich das Herz ganz mit Blut voll, so dass sowohl Vorkammern als Kammern mit Blut erfüllt sind. Die Erweiterung, auf welcher diese Ansaugung beruht, geschieht, abgesehen von der unten zu besprechenden Selbststeuerung des Herzens (S. 450), theils durch die Wirkung der Elasticität des Herzens, — auch ausge-

schnittene Herzen erweitern sich noch nach der Contraction; bei grossen Hu
den fanden GOLTZ und GAULE den hierauf beruhenden, von der Athmung un
hängigen Saugdruck einer Wassersäule von 320 mm = 23,5 mm Quecksilb
gleich, bei gesunden Menschen ist er wahrscheinlich noch grösser; — ein zweit
Grund der eintretenden Erweiterung im unversehrten Organismus liegt aber i
dem negativen Druck, der in der Brusthöhle, in der das Herz mit den gross
Gefässen eingeschlossen liegt, herrscht. Der Einfügungsmodus der Lungen i
dem Brustraume bringt es mit sich, dass sie, auch ehe sich der Brustkorb b
der Einathmung erweitert, über die natürliche Grenze ihrer Elasticität au
dehnt sind. Dadurch wird beständig auf alle in der Brusthöhle selbst liegend
oder sie begrenzenden Organe ein negativer oder Saugdruck ausgeübt, der
betreffenden Organe in den von den ausgedehnten, sich zu verkleinern bestr
ten Lungen eingenommenen Raum hineinziehen muss. Hierin liegt auch
Grund, warum wir bei mageren Leuten die Zwischenrippenräume beim E
athmen einsinken sehen, und warum stets alle Hohlorgane in der Brusthö
ausgedehnt erhalten werden. Sowie die Herzcontraction nachlässt und d
Wirkungen des negativen Druckes in der Brusthöhle keinen übermächtig
Widerstand mehr entgegensetzt, dehnt sich das Herz aus und saugt die V
kammern und Kammern aus den grossen Venen mit Blut voll. Ein etwai
Rückfluss des Blutes aus den Arterien in das Herz ist während der Dias
durch den Verschluss der Semilunarklappen gehindert. Wenn also die H
contractionen beginnen, ist sowohl in Vorkammern als Kammern schon Blut

Die S y s t o l e d e r V o r k a m m e r n wird zuerst an den Venenmündu
als Contraction und Verengerung sichtbar, von da schreitet sie über die g
Muskulatur in der Vorkammer fort. Das in der Vorkammer enthaltene Blut w
durch den erhöhten Druck, da ein Rückfluss in die grossen Venen durch
aktive Verengerung ihrer Mündungen und die entfernteren Venenklappen
hindert ist — an der Koronarvene und der unteren Hohlvene existiren sogar
ihrer Einmündungsstelle wahre Klappeneinrichtungen — in die schon Blut e
haltende Kammer eingepresst, deren Atrioventrikularklappen offen stehen,
deren Wände während ihrer Erschlaffung noch einer stärkeren Ausweitung fä
sind. Die Kammer kann also noch so lange Blut in sich aufnehmen, bis d
Druck in Vorhof und Kammer g l e i c h geworden ist. Ein geringer Druckun
schied zu Gunsten der Kammer reicht dann hin, die Klappen zwischen V
kammer und Kammer zu schliessen. Es scheint dieses Uebergewicht zu Guns
des Druckes in der Kammer dadurch zu Stande zu kommen, dass gegen E
der Vorkammersystole, wenn der Druck auf beiden Seiten gleich geworden
die Energie der Vorkammercontraction etwas nachlässt. Das Blut sucht
aus der ausgedehnten Kammer zurückzuströmen und presst dadurch die Zi
der Klappen an einander, wobei vielleicht auch die S. 444 u. 447 erwähn
Klappenmuskeln unterstützend eintreten (cf. unten). — Dann folgt die S
s t o l e d e r K a m m e r, während der Vorhof erschlafft. Der Verschluss d
Kammer-Vorkammerklappe wird in Folge davon noch fester. Einmal, weil d
durch die Contraction gesteigerte positive Druck in der Kammer die Klapp
zipfel stärker an einander presst; andererseits werden aber auch durch d
Contraction der Papillarmuskeln, an die sich die Klappenzipfel durch Sehne
fäden anheften, die entsprechenden Klappenzipfel einander genähert. I

ehnenfäden der beim Schluss an einander liegenden Klappentheile setzen sich eist an denselben Papillarmuskel an, sie werden also durch seine Contrac- n gegen einander gezogen. Ein vollkommener Verschluss dieser Klappen ist r, wie angegeben, schon vor der Contraction vorhanden, da bei der Systole Kammern kein Zurückströmen von Blut in die Vorkammer stattfindet. Die traction der Kammern steigert den Druck so weit, dass die gespannten ilunarklappen der Arterie geöffnet, an die Arterienwand angepresst werden den Austritt des Blutes aus der Kammer in die Arterie gestatten. In dem ngstheile der Arterie wird durch die stärkere Füllung natürlich momentan ruck bedeutend gesteigert. Sowie die Diastole der Kammer eintritt, wird der Druck, wie wir gesehen haben, negativ, sie füllt sich von den Venen it Blut. Die Semilunarklappen aber schlagen, durch den in der Arterie entstehenden Ueberdruck ausgedehnt und an einander gepresst, wieder men und bilden einen so vollkommenen Verschluss, dass aus der Arterie Tropfen Blut in die Kammer zurückfliesst.

Wir sind im Stande, die Mehrzahl der genannten Vorgänge dem Auge sicht- u machen. Ein ausgeschnittenes Froschherz schlägt noch Stunden lang aber auch bei Säugethieren, denen wir die Brusthöhle geöffnet haben, man, wenn künstliche Athmung unterhalten wird, die Contractions-Er- iungen des Herzens sehr schön, und der in Worten nur schwer anschau- u beschreibende Vorgang wird durch den Anblick leicht verständlich, ders wenn bei beginnender Ermüdung des Herzens sich die Contractionen mer folgen. Bei gewöhnlicher Pulsfrequenz nimmt die Kammersystole $^2/_5$, die Diastole etwa $^3/_5$ der ganzen Periode in Anspruch (VALENTIN, is). Nach DONDERS variirt bei Veränderung der Pulsfrequenz nur die Dauer iastole, während die Dauer der Systole constant bleibt. (Ueber Volum Herzens cf. Cap. XII.)

ach PALADINO, welcher die Muskelfasern in den Atrioventrikularklappen bei Mensch hieren studirte, sind diese Klappen selbständig contractil. Ihre Muskelfasern mit den Papillarmuskeln in directer Verbindung, ihre Contraction hebt die Klappen er Ventrikelwand ab und betheiligt sich damit an dem Klappenschluss.

LAREY, FICK u. A. haben (bei Hunden) über den Blutdruck im Herzen directe Be- tungen angestellt. Im rechten Vorhof schwankt nach FICK der Blutdruck nur sehr un- tend und ist nahezu = 0, d. h. = Atmosphärendruck. Bei der Exspiration steigt der über Null, bei der Inspiration sinkt er bis 10 mm Quecksilber unter Null. Im rechten ikel beträgt der höchste Druckwerth bei der Systole zwischen 18—42 mm Quecksilber. ruck steigt mit dem Beginn der Systole rapid zu dieser Höhe an, um dann mit Beginn iastole ebenso rasch wieder abzusinken und für die ganze Dauer derselben constant so g zu bleiben. Im linken Ventrikel erreicht der Druck während der Systole in maximo m Quecksilber. Bei sehr schnellem Herzschlag glaubte FICK zu bemerken, dass hier der Druck in der Aorta grösser werde, als im linken Ventrikel, sodass das Blut aus nur noch durch die ihm im Ventrikel ertheilte Geschwindigkeit in die Arterie schleudert werden könne. GOLTZ und Gaule constatirten, dass diese letztere An- ICK's auf einer durch seine Experimentalmethode bedingten Täuschung beruhe; sie den Druck in der Aorta stets etwas geringer, als im linken Ventrikel. Nach ihnen sich der Druck im rechten Herzen zu dem im linken wie 2 : 5.

Form- und Lageveränderung des Herzens bei der Contraction.

Die Herzcontractionen sind mit Formveränderung des ganzen Herzens ' knüpft. Alle Muskeln werden bei der Contraction kürzer und dicker, ebe das Herz. Sein Längendurchmesser wird etwas verkürzt, sein Dickendur messer von vorne nach hinten nimmt dabei etwas zu. Die Kammern haben e kegelförmige Gestalt, deren Basis an der Vorhofsgrenze liegt. Während (Diastole der Kammern ist die Gestalt des Durchschnittes der Kammerbasis ell tisch. Der kleine Durchmesser der Ellipse läuft von vorne nach hinten, d grosse von rechts nach links. Während der Systole verändert sich die elliptis Form in eine kreisrunde, der Querdurchmesser wird also verkürzt, währe der Durchmesser von vorne nach hinten um ebensoviel vergrössert wird.

Ausser dieser Formänderung wechselt das Herz bei jeder Contraction a etwas seine Lage im Brustraume. Seine Basis steigt etwas nach abwärts u indem das Herz sich um eine durch den längern Durchmesser der elliptis Kammerbasis gelegte Queraxe dreht, wird die Herzspitze etwas nach vorw gerückt. Dieses »Aufrichten der Herzspitze« ist an ausgeschnitte auf der Hinterseite liegenden Froschherzen deutlich zu sehen, so dass es nicht von der Aufhängungsweise des Herzens in der Brust herrühren kann. diesem Andrücken der Herzspitze beruht der bei den meisten Menschen sehen der 5. und 6. Rippe zu fühlende Herzstoss oder Herzschlag. Contraction drückt die schon meistens während der Diastole an der Brustw anliegende Herzspitze an diese noch stärker an und wölbt bei mageren I viduen den betreffenden Zwischenrippenraum sichtbar in die Höhe. Fast im ist der Herzstoss für den aufgelegten Finger fühlbar. Bei tiefer Inspir rücken die Lungenränder beider Lungen über das Herz her, indem sie zwischen Brustwand und Herzbeutel einschieben. Dadurch kann der Herz ganz verdeckt werden. Bei der Exspiration muss er am deutlichsten sein, dann das Herz, mit einer ziemlich bedeutenden Fläche von den Lungen n bedeckt, der inneren Brustwand anliegt.

Eine Anzahl Experimentatoren behaupten, dass bei der Systole mit der Herzbasis die Herzspitze nach unten und links rücke, und zwar nach Beobachtungen am Mens bei angeborenem Mangel des Sternums, frischen und verheilten Thoraxwunden mit »l legung« des Herzens etc. (Skoda, Bamberger, Gerhard u. A.) Diese Verschiebung des Gesa herzens nach abwärts wird auf Streckung der grossen Gefässe bei der Bluteinpres oder auf »Rückstoss« bezogen. Bei Thieren soll nach Filehne und Penzoldt bei Vagusrei umgekehrt die Herzspitze bei der Systole (Herzstoss) jedesmal nach oben und re bei der Diastole nach unten und links rücken. Auch beim Menschen vermissten sie einem Fall) jene systolische Bewegung der Herzspitze nach abwärts. F. Loesch will gegen an dem primären Abwärtsrücken der Herzspitze bei Systole auch für Thiere festha

Zur Untersuchungsmethode. — Zur Aufzeichnung des Herzstosses in graphisc Darstellung dienen indirect die Registrirungen des Arterienpulses, deren Methoden u beschrieben werden. Marey's Kardiograph setzt die Bewegung der durch den Herz erschütterten Brustwandstelle durch eine angelegte Feder, deren Exkursionen durch Luft übertragen werden, in Bewegung eines Schreibhebels um, der auf eine mit gleichmäs Geschwindigkeit vorüberbewegte Papierfläche (cf. unten Kymographion) Curven besch

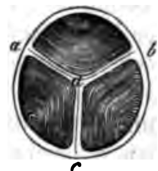
Die Herzklappen und ihr Schluss.

Das Spiel der Klappen kann bei isolirten, künstlich bewegten Herzen, deren Vorhöfe abgeschnitten und in deren Arterien man Glasröhren eingebunden hat, unter Wasser achtet werden. Der Uebergang des Blutes aus der Vorkammer in die Kammer wird durch venösen oder Atrioventrikular-Klappen — Valvulae venosae — geregelt. h der Zahl ihrer häutigen Zipfel wird die Klappe des linken Herzens als Valvula bicudalis oder mitralis benannt, die Klappe des rechten Herzens als Valvula triculalis. Diese Klappen bestehen aus drei- und zweitheiligen Lappen, die mit breiter Basis auchförmig an der Wand der Kammervorhofsgrenze mit ihren freien Rändern durch die rdae tendineae an den Papillarmuskeln befestigt sind.

Wir verstehen den Bau dieser Klappen am leichtesten, wenn wir uns an ihrer Anheftungse an den fibrösen Ringen der Vorhofsgrenze einen zartwandigen Schlauch, etwa ein Darmk analog wie bei dem unten zu besprechenden WEBER'schen Kreislaufsschema angesetzt ken, welcher in die Kammerhöhlung frei hereinhängt und an seinem freien Ende durch ge Fäden an die Kammerwand befestigt ist. Füllen wir die Kammer nun durch dieses til mit Wasser und suchen es bei verschlossener Arterie durch Zusammenpressen des zens aus der Eingussöffnung wieder zurückzupressen, so gelingt uns das nicht, die freien der des Schlauches werden zusammengepresst, die Fäden hindern ein Umstülpen, und je ker wir drücken, desto fester wird dieser einfache Ventilverschluss. Es leuchtet ein, s ein Schluss auch dann noch erzielt werden kann, wenn der Ventilschlauch, wie am zen, gegen sein freies, mit Fäden angeheftetes Ende in zwei oder drei Zipfel gespalten ein gesteigerter Druck wird ihre Ränder ebenso fest zusammenpressen, als wenn ein einer kreisförmigen Oeffnung versehener Schlauch vorhanden wäre.

dem Verschluss legen sich die Klappen nicht flächenhaft vor die zu schliessende Oeffnung; die geschlossenen Zipfel begrenzen einen in Vorkammer offenen kegelförmigen Raum, so dass sich die Höhg der Vorkammer in den geschlossenen Klappen mit einer kegelförmi Spitze in das Kammerlumen herein fortsetzt.

Fig. 105.



Die Semilunarklappen geschlossen. *a b c* Berührungslinien der Klappenränder. *d* Die an einander stossenden Knötchen der Klappen.

Die Art der Wirkung der taschenförmig an der Mündung der Arte stehenden halbmondförmigen oder Semilunar-Klappen leicht verständlich. Der Blutstrom aus der Kammer sucht sie gegen Wand anzupressen und macht dadurch den Weg in die Arterie frei. sucht bei einem Ueberdruck in der Arterie das Blut in die Kammer ückzuströmen, so buchtet es die sich entgegenstemmenden Taschenile aus und drückt ihre freien Ränder gegen einander, die sich dann der bekannten dreiseitigen, sternförmigen Figur an einander legen g. 105).

Die Coronararterien, welche dem Herzmuskel das Blut zuführen, entspringen in dem us Valsalvae meist so tief, dass ihre Mündungen von den Klappen, wenn sie an die Wand gepresst sind, gedeckt werden. Dadurch wird der Bluteintritt während der Kammerole mehr oder weniger verhindert, er findet während der Diastole statt. Durch das Eingen von Blut in die erschlaffende Wand turgescirt das Herz wieder, es erfährt dadurch e aktive Erweiterung, welche die Bluteinströmung in den Ventrikel während der Diastole günstigt: Selbststeuerung des Herzens nach BRÜCKE. RÜDINGER und CERATINI zeig, dass die Semilunarklappen sich niemals ganz an die Arterienwandung anschmiegen, es mt also wohl nie zu einem vollkommenen Verschluss der Coronararterien, wie es die orie BRÜCKE's voraussetzt.

Die Vorhöfe entleeren bei der Systole wohl niemals all ihr Blut. Man hat behauptet, dass ein kleiner Theil durch die Contraction auch rückwärts in das Venensystem getrieben de, was bei krankhaften Verhältnissen den Venenpuls verursacht; doch zeigt die Vena

cava sup. keine Druckerhöhung gleichzeitig mit der Vorkammersystole im normalen Zustand Die Vorhöfe besorgen die prompte Füllung des Ventrikels mit Blut unabhängig von der gera herrschenden Spannung im Venensystem und den Verschluss der Atrioventrikularklappe (Ludwig). Die Vorhöfe wirken auch regulirend auf die Blutbewegung in den Venen, inde aus ihnen während der Kammerdiastole das Blut genommen wird, so dass, da sie währen der Kammerdiastole ihr Lumen verkleinern, die Druckabnahme im Venensystem eine geringere und dadurch der Druck im Venensystem ein annähernd konstanter wird.

Herztöne.

Der Klappenschluss geschieht so rasch und mit solcher Energie, dass dadurch Töne entstehen, die man zu hören bekommt, wenn man das Ohr in de Herzgegend auf die Brust auflegt, oder ebenso, wenn man das Ohr mit dem frei liegenden, schlagenden Herzen eines Thieres bei geöffneter Brustwand durch da Stethoskop in Berührung setzt. Der erste Herzton, der am deutlichsten an de Stelle des Herzstosses zwischen der 5. und 6. Rippe gehört wird, ist mehr dump andauernd; der zweite, am schärfsten im dritten Rippenzwischenraum, beide seits vom Brustbeine, hörbar, ist kurz, klappend, hell; er entspricht der Diasto und ist mit dieser von gleicher Dauer. Der erste Ton entspricht der Systole de Kammern und hält so lange an als diese. Nach einer viel verbreiteten Meinu entsteht er durch das Erzittern der während ihres Verschlusses stark gespannte Klappenmembranen. Man hat ihn auch als M u s k e l g e r ä u s c h, das bei der Co traction des Herzmuskels entstehe, erklärt (Ludwig und Dogiel). Dass wirkli das Muskelgeräusch mit betheiligt sei, ergibt sich wohl daraus, dass man au noch am ausgeschnittenen blutleeren, schlagenden Herzen den systolischen T hört. Höchst wahrscheinlich betheiligen sich beide Ursachen an der Tonerze gung, denn führt man den Finger in das sich contrahirende Herz ein, so füh man während der Systole deutlich ein Erzittern der Klappen, wie es die er gegebene Erklärung voraussetzt. Der zweite, der Diastole entsprechende To entsteht zweifellos vorwiegend durch den plötzlichen, klappenden Verschlu der Semilunarklappen der Arterien.

A. Heynsius glaubt die Ursache der Tonerzeugung an den Klappen in der durch die Kla peneinrichtung gesetzten Verengerung des Strombettes sowohl in Aorta als Pulmonalis geg ben. Er findet die Weite des Ostium aorticum zu der der Aorta mitten auf dem Sinus Va salvae wie 1 : 1,8. Seine Ansicht begründet er durch die Beobachtung, dass an ein verengerten Stelle eines dünnwandigen Rohres bei genügender Stromgeschwindigkeit sta eines Geräusches ein Ton entstehen kann.

Die obigen Mittheilungen über Anlagerung des Herzens an der Brustwand, Herzsto Herztöne sind für die Pathologie und zwar vor Allem für die Diagnose der Herzkrankheit von der allereinschneidendsten Bedeutung. Die Herztöne ändern sich, wenn eine der Kla pen irgend eine Form- oder Elasticitätsänderung erfährt. Die Klänge verlieren ihre musik lische Bestimmbarkeit und werden zu blasenden, schnarrenden, kratzenden etc. Geräusche Die Veränderung des ersten Tones ist an eine Erkrankung der venösen, des zweiten an ei der arteriellen Klappen geknüpft. Es ist möglich, durch rechts- oder linksseitiges Auscultire an der Brustwand die erkrankte Klappe noch näher zu bestimmen. Die Darstellung dies Verhältnisse gehört in die allgemeine Pathologie. Schon eine einfache Betrachtung de staunenswerthen Mechanismus der Herzpumpe lässt uns aber erkennen, wie bedeuten

fehler in den Ventilverschlüssen die Blutcirculation und damit alle Organfunctionen beeinträchtigen müssen.

Mechanische und chemische Einflüsse auf die Herzbewegung. Aerztliche Bemerkungen. — Die Herzbewegungen stehen nicht direct unter dem Einflusse des Willens, loch können wir sie modificiren durch willkürliche Veränderungen der Druckverhältnisse in en Lungen und damit im ganzen Brustraume. Ist der auf dem Herzen lastende Druck ering oder negativ, so geht die Ausdehnung des Herzens nach der Systole mit Leichtigkeit or sich, die Raschheit und Stärke der Contraction nimmt aber gleichzeitig mit der Abahme des Druckes ab. Bei kräftiger Inspiration wird durch die gesteigerte Ausdehnung er Lungen ihr Bestreben, sich zusammenzuziehen, und damit der negative Druck auf das erz vergrössert.

Der gewöhnliche negative Druck in der Brusthöhle kann umgekehrt künstlich in einen ositiven verwandelt werden, indem durch sehr starke Exspirationen mit aktiver Verkleineung des Brustraumes die Lungen zusammengepresst werden. Die Blutbewegung in den enen erfolgt vorzugsweise durch das Ansaugen des Brustraumes; herrscht in diesem aber att des negativen ein positiver Druck, so wird das Blut nicht mehr angesaugt und staut ch dann in den Venen an. Wir sehen diese Störung des Blutlaufes sehr deutlich bei staren Hustenanfällen. Diese sind mit krampfhaften, heftigen Exspirationen verbunden, durch elche der Hustende durch Blutstauung in den Venen blau im Gesichte wird, die Hals- und irnvenen anschwellen. Dieser künstliche positive Druck in der Brusthöhle kann dadurch och sehr gesteigert werden, dass man zuerst viel Luft in die Lungen saugt und dann, während die Stimmritze verschlossen wird, so dass keine Luft aus der Lunge entweichen kann, urch starke Ausathmungsbewegungen mit den Exspirationsmuskeln den Brustraum zu verkleinern strebt. Das Herz kann dadurch so zusammengepresst werden, dass es sich nicht mehr auszudehnen vermag. Es steht endlich still, Herztöne und Puls verschwinden. Bei achlassen des Druckes kommen die Herzbewegungen langsam wieder zurück.

Der Widerstand, welcher dem Herzen gegen die Austreibung seines Blutes entgegensteht, odificirt die Zahl und die Stärke der Contractionen des Herzens. Steigerung des arteriellen rucks vermehrt die Zahl der Herzschläge. Im Allgemeinen sehen wir die Zahl und die ärke der Herzschläge abhängen von dem Verhältniss der Herzkraft zu dem zu überwindenden Widerstande der Blutmasse (Vierordt). Wenn, wie z. B. bei Verblutungen, ie Herzkraft schneller sinkt, als der Widerstand im arteriellen System, so können wir, trotz iner Minderung des Blutdrucks, eine Pulsbeschleunigung wahrnehmen.

Ausser den mechanischen Beeinflussungen der Herzcontractionen sehen wir diese auch och unter dem Einfluss der chemischen Zusammensetzung des Herzmuskels ehen. Eine Reihe von Einflüssen, welche letztere stört, verändert oder vernichtet die Contractionsfähigkeit des Herzens. Es verhält sich hierin das Herz ganz analog den übrigen uergestreiften Muskeln. Dieselben Stoffe, die wir dort als Ermüdungsursache ennen lernten: Milchsäure und saure Salze, wie sie sich im Safte ermüdeter Muskeln finden, ewirken auch Ermüdung des Herzmuskels. Entziehung des Sauerstoffs, Ueberladung mit Kohlensäure, Erkältung heben wie einige narkotische Gifte die Bewegung des Herzens auf. Kalisalze, direct ins Blut gebracht, führen durch Herzlähmung momentan den Tod herbei. Für en Arzt ist die Einwirkung der Gallensäure auf die Herzthätigkeit wichtig. Schon ziemlich geringe Mengen davon im Blute verlangsamen und schwächen den Herzmuskel merklich. Hieraus erklärt sich die Pulsverlangsamung, die bei frischer Gelbsucht, die in Aufnahme von Galle in das Blut besteht, beobachtet wird (Röhrig). Auch hierin verhält sich das Herz ganz wie jeder andere quergestreifte Muskel, die alle durch Gallensäuren ermüden. Sauerstoffzufuhr und Erwärmung wirken umgekehrt. Die Aufnahme von frischem, normalem Lebersekrete eines Thieres in sein Blut bringt jedoch keine Einwirkung auf die Herzbewegung hervor (J. Ranke).

Im Allgemeinen sehen wir das Leben des Herzens an die gleichen Bedingungen der

Ernährung und des Stoffwechsels gebunden, wie das aller anderen Organe. Wie die übrigen quergestreiften Muskeln z. B. behalten auch die Fasern des Herzens, ausgeschnitten oder kurz nach dem Tode des Gesammtorganismus, noch für einige Zeit ihre Erregbarkeit. Die Herznerven (Ganglien) setzen noch ihre Thätigkeit fort. Darum pulsiren dem Blutkreislauf entzogene ausgeschnittene Herzen noch einige Zeit. Besonders lange thun das die Herzen kaltblütiger Thiere. Endlich ermüden sie, ihre Contractionen werden langsamer, schwächer. Die Zusammenziehungen der Kammern hören zuerst, endlich auch die der Vorhöfe auf. Durch directe Reizung: Berühren, Stechen, Electricität, Wärme etc. lassen sich die Contractionen anfänglich wieder hervorrufen. Die Reize wirken leichter von der Innenfläche des Herzens aus. Namentlich durch Einspritzen warmen, geschlagenen Blutes in die Jugularis und von da in die Herzgefässe kehrt die erlahmende oder schon sistirende Herzthätigkeit wieder zurück.

Hier sind die Beobachtungen der Bewegung der Froschherzen in G a s e n anzuführen, die mit den entsprechenden Versuchen über das Verhalten der Muskeln und Nerven in Gasen übereinstimmen. Am längsten ist das ausgeschnittene Froschherz in reinem Sauerstoff thätig, weniger lange in Stickstoff, Wasserstoff und in dem Vacuum der Luftpumpe (A. v. HUMBOLDT u. A.); Kohlensäure und Schwefelwasserstoff etc. sistiren die Herzbewegung sehr schnell. Selbstverständlich muss bei solchen Versuchen das Herz vor Verdunstung geschützt sein.

Die eigentlichen Ursachen der automatischen, rhythmischen Thätigkeit des Herzens kennen wir nicht, wir wissen nur, dass der Ablauf der Herzthätigkeit bei Warmblütern an die Anwesenheit sauerstoffhaltigen Blutes in dem Kapillarsystem der Herzsubstanz geknüpft ist. Offenbar handelt es sich hier um die Erhaltung der normalen physiologisch-chemischen Constitution der Ganglien, Nerven und Muskelfasern, die bei Warmblütern nur unter der beständigen arteriellen Bluterneuerung bestehen kann. Bei Kaltblütern (Fröschen) sehen wir dagegen die Herzbewegung vom Blute stundenlang unabhängig vor sich gehen, wenn man alles Blut im Herzen durch 0,7% Kochsalzlösung ersetzt hat.

Wir sehen bei T e m p e r a t u r e n unter dem Gefrierpunkt des Wassers und über bis 40° C. die Pulsationen der Froschherzen aufhören (SCHELSKE, E. CYON u. A.). Von jenen niedersten Graden bis fast an die angegebene obere Temperaturgrenze steigt die Contractionszahl des Froschherzens mit wachsender Temperatur. Eine Temperatur über 20 bis 30° C. vermindert die S t ä r k e der Herzcontractionen, welche bei niederen und mittleren annähernd gleichbleibend ist. Ueber Temperaturreizung siehe noch im folgenden Paragraphen.

Die nervösen Bewegungscentren im Herzen.

Da das a u s g e s c h n i t t e n e H e r z, getrennt von allen Verbindungen mit den Centralorganen des Nervensystems, seine Thätigkeit noch fortsetzt, so muss es nervöse Centren seiner Bewegung in sich selbst tragen.

BIDDER u. A. fanden in der Muskelsubstanz des Herzens, namentlich in der Vorkammerscheidewand und an der Grenze der Kammern und Ventrikel mikroskopische G a n g l i e n, welche durch Nervengeflechte mit einander verbunden sind, und die man als Bewegungscentren des Herzens anspricht. Auch im Hohlvenensinus und an der Hinterwand der Kammer liegen Ganglien.

Der Beweis für die Thätigkeit der Ganglien bei der Herzpulsation wird vor Allem durch die vielfältig angestellten »Schnittversuche« am Froschherzen geführt. Nicht jeder Abschnitt des Herzens ist der r h y t h m i s c h e n Zusammenziehung fähig, sondern nur diejenigen, welche gangliöse Nervencentren enthalten. Diese pulsiren abgeschnitten fort, während die ganglienfreien Herzabschnitte, z. B. die Herzspitze, abgeschnitten in diastolischen Stillstand verfallen (VOLKMANN,

a, sie machen auf directe momentane Reizung nur eine einmalige unmische Contraction.

)ie Versuche von STANNIUS, v. BEZOLD, GOLTZ u. A. bestätigen die älteren)en im Wesentlichen, und scheinen noch die weitere Thatsache zu ergeben, lie Ganglien der einzelnen Herzabschnitte eine verschiedene Function . Die Ganglien in der Vorhofsscheidewand scheinen eine hemmende ıter Vagus), die anderen Ganglien eine beschleunigende Wirkung auf das ıuszuüben (cf. unter Sympathicus).

: Hauptversuchsresultate, auf welche sich diese Annahme stützt, sind folgende: ird die Spitze von der Kammer des Froschherzens abgeschnitten oder abgebunden, so e Spitze still, die Kammerbasis pulsirt fort. Wird der Schnitt oder die Unterbindung ın der Kammer und Vorkammer geführt, so schlagen die Vorkammern ungestört weihrend die Kammer entweder erschlafft, (diastolisch) stehen bleibt, oder wenigstens ener schlägt, als die Vorkammer. Directe Reize lösen meist eine Anzahl rhythmischer rbewegungen aus. Bei der Unterbindung der Einmündungsstelle des Hohlvenensinus echte Vorkammer tritt für längere Zeit Stillstand des gesammten Herzens in Diastole : Sinus pulsiren dagegen fort; unterbindet man nun die Atrioventrikulargrenze, so beer Ventrikel wieder zu pulsiren (STANNIUS). Abschneiden an den betreffenden Stellen nalog der Abbindung (v. BEZOLD). GOLTZ zeigte, dass diese Analogie um so deutlicher venn die Schnittführung mit Abhaltung des Luftreizes von der Wunde unter Oel ge-. Der letzterwähnte Wiedereintritt der Ventrikelcontractionen scheint die oben ante Annahme zu begründen, dass in den Vorhöfen bewegungshemmende, in dem Venennd den Ventrikeln dagegen die eigentlich rhythmischen Centren liegen. Vereint sollen die hemmenden Wirkungen überwiegen, nach dem Abschneiden soll der mit den nden Centren von den Sinus abgetrennte Rest der rhythmisch thätigen Ganglien nicht n Stande sein, die Hemmung zu beseitigen. Im Allgemeinen ist deutlich, dass die ın Herzabschnitte um so selbständiger in ihren rhythmischen Bewegungen sind, je e sich der Einmündungsstelle der Venen nähern. Mit Recht hat man darauf aufmerknacht, dass sich die Mehrzahl der Erscheinungen nach Schnittversuchen erklärt, wenn n eintretenden Herzstillstand von einer Verletzung und Reizung der zu den Voretenden hemmenden Vagusfasern ableitet (cf. folgenden Paragraph). Damit stimmt ein, dass der Herzstillstand nach Unterbindung oder Abschneidung der Sinus nur ein gehender ist.

ıwirkung der Wärme auf die Herzbewegung. — Von den Temperaturgrenzen, n die Herzpulsation überhaupt noch erfolgt, liegt die untere bei 0—1,8° oder 4° C., die ei 30—48° C. (S. 452). Die Zunahme der Pulsationen mit steigender Temperatur fand ER BRUNTON auch für das Säugethierherz, was für die Fieberlehre von Wichtigkeit r Vaguseinfluss auf das Herz (cf. unten) sinkt mit steigender Temperatur KE), gegen die obere Temperaturgrenze der Herzbewegung fand LAUDER BRUNTON die irkung wieder zunehmen. Plötzliche Einwirkung höherer Temperaturen bewirkt ı ausgeschnittenen Herzen noch die Erscheinung der Vagusreizung (E. CYON). Wurde s Herz vorher sehr stark abgekühlt, so beschleunigt im Gegentheil die plötzliche Temsteigerung die Herzbewegung sehr bedeutend, schliesslich bis zum Stillstand in Systole s). Dieser Beobachtung ganz entsprechend ist die weitere (CYON), dass im Zustand des lstandes durch Wärmewirkung die Reizung am Sinus nicht mehr Stillstand (durch ›izung) in Diastole, sondern in Systole hervorruft (nach Vaguslähmung). Nach UDWIG und LUCHSINGER können die durch Wärme gelähmten Herzganglien durch Ab- wieder erregbar werden, die hemmenden Elemente des Herzens (Vagus) sind der gegenüber resistenter als die bewegenden. Je stärker der intracardiale Druck, desto her wirkt die Vagusreizung, da durch die Druckerhöhung die das Herz bewegenden ıte gereizt werden, wie die oben erwähnte Zunahme der Herzpulse beweist.

Die Herznerven.

Ausser durch die im Herzen selbst gelegenen nervösen Bewegungscen (Ganglien) wird die Herzbewegung auch durch das Geflecht der Herznerven einflusst, so lange noch die normalen Nervenbahnen zum Herzen bestehen. Herznervengeflecht stammt einerseits vom Nervus vagus, andererseits dem Hals- und obersten Brusttheil des Grenzstranges des Sympathicus. zum Herz tretenden Vaguszweigen mischen sich auch ursprünglich dem Ner accessorius angehörige Fasern bei. Diese Nerven und ihre im verlänge Mark und Rückenmark gelegenen Centren rufen, wie wir sahen, die Herzbe gung nicht selbst hervor, ihr Einfluss erstreckt sich auf Abänderungen Rhythmik und der Stärke der Herzcontractionen.

Die Herzcontraction steht unter zwei entgegengese wirkenden nervösen Einflüssen. Der eine, vom Vagus ausgehe verlangsamt und hemmt bei stärkerer Einwirkung die Herzaktion in Diast der Vagus ist der Hemmungsnerv der Herzbewegung (cf. unter H mungsnerven); der andere beschleunigt die Herzbewegung und führt extremer Wirkung, besonders nach Ausschluss des Vagus-Einflusses, zum S stand des Herzens in Systole: beschleunigende Herznerven z. Sympathicus). Beide Nervenarten, die den Herzschlag verlangsamen hemmenden (die Vagusfasern), sowie die excitirenden Nerven sind als regu torische Nerven zu bezeichnen.

Auf mehrfachen Nervenbahnen werden normal dem Vaguscentrum in Medulla oblongata) reflectorisch Reize zugeleitet, welche den Vagus bei Sä thieren und Menschen beständig so weit erregen, dass er einen verlangsan den Einfluss auf die Herzaktion ausübt. Nach der Durchschneidung des V am Halse bei Säugethieren nimmt die Zahl der Schläge des Herzens, das von dem Centrum der reflectorischen Hemmung (Vaguscentrum) abgeschni ist, sogleich sehr bedeutend zu. Ed. Weber machte die Entdeckung, dass kü liche Reizung des peripherischen Vagusstumpfes die Herzbewegung wieder langsamt und starke Reizung zum Stillstand des Herzens in Diastole führt, w sich dasselbe mit Blut füllt. Nach einiger Zeit beginnt auch bei Fortdauer Reizes, nach Vagusermüdung das Herz wieder zu schlagen. Auch während Vagusstillstandes ist das Herz reizbar, örtliche directe Reizung des Herzens wirkt eine meist einmalige rhythmisch verlaufende Herzaktion.

Waller und Schiff behaupten, dass die herzhemmenden Fasern dem Va stamm aus dem N. accessorius beigemischt seien. Einige Tage nach dem reissen derselben (im Foramen jugulare) zeige der Vagusstamm, dessen h mende Fasern auf diese Weise gelähmt würden, keine hemmende Wirk mehr auf das Herz, während der intakt gebliebene Vagusstamm der and Halsseite eine solche noch ungeschwächt erkennen lässt. Nach Heidenhain das Ausreissen der Accessoriusfasern, wie es die Annahme, dass sie die H mung besorgen, erfordern würde, meist von einer Beschleunigung der H thätigkeit gefolgt sein, wie das Durchschneiden des Vagusstammes selbst. Sc bestreitet dagegen diese Beschleunigung.

Eduard Weber, der Entdecker der Hemmung der Herzbewegung durch

agusreizung, glaubte, im Gegensatz zu den regulatorischen Wirkungen des agus, die sympathischen Fasern, welche zu dem Herzen treten, als die gentlich motorischen Herznerven auffassen zu müssen. Von dem Sympathicus llten die Bewegungsimpulse ausgehen, welche von dem Vagus in ihrer Stärke id zeitlichen Aufeinanderfolge beeinflusst werden. Nach der Durchschneidung s Vagus fällt dieser regulirende Einfluss weg, und das Herz steht nun noch lein unter den eigentlich motorischen Nerveneinflüssen.

Durch A. von Bezold's Untersuchungen ist es festgestellt, dass im Halseile des Sympathicus wirklich Fasern verlaufen, welche durch ihre eizung die Herzbewegung beschleunigen. Reizt man den Symthicus am Halse, so tritt eine Beschleunigung der Herzaktion ein, welche nur nn sich nicht geltend machen kann, wenn die Herzbewegung schon vorher s inneren Reizursachen (nahezu) das Maximum ihrer möglichen Beschleuniing erreicht hat, wie das bei Kaninchen manchmal beobachtet wird. Ein entrum excitirender Fasern für die Herzbewegung liegt nach A. von zold in der Medulla oblongata. Ihre Reizung bewirkt eine Beschleunigung r Herzschläge, wenn die nervöse Verbindung mit dem Herzen durch das ckenmark, die zum Grenzstrang des Sympathicus gelangenden Rami commnicantes, das Ganglion stellatum (erstes Brustganglion) und den Grenzstrang gestört ist. Auch S. Stricker und J. Wagner leiten die beschleunigenden rven des Brustgrenzstranges aus dem Rückenmark ab. Bezold selbst und . und E. Cyon haben die Existenz dieses Excitations-Centrums für die Herzewegung wieder bewiesen, als es durch Ludwig's und Thiry's Beobachtungen stritten wurde. Letztere zeigten, dass nach Durchschneidung aller Herznerven rch Reizung der Medulla oblongata eine Verengerung des arteriellen Stromtes bewirkt und in Folge davon durch Steigerung der Widerstände (cf. oben 451) die Herzbewegung beschleunigt wird. Man ist jedoch im Stande, diese irkung vom verlängerten Marke auf die Blutbahn dadurch aufzuheben, dass n die hier vor Allem in Frage kommenden Gefässnerven, die Nn. Splanchnici, rchschneidet. Auch dann tritt noch ohne Drucksteigerung eine Beschleuning der Herzbewegung ein. Auch ist bei erhaltenen Splanchnicis der beleunigende Einfluss der Reizung der Medulla oblongata ein stärkerer, wenn e Herznerven intakt, als wenn sie durchschnitten sind. Die wichtigsten Gesnerven gehen erst unterhalb des zweiten Brustwirbels von dem Rückenmark . Bezold durchschnitt das Rückenmark über ihrem Abgang, und nun beirkte die Reizung des oberen Rückenmarks-Endes zwar noch Beschleunigung r Herzaktion, aber keine Drucksteigerung mehr im arteriellen System.

Die excitirenden Nerven treten nach Bezold's Versuchen oberhalb des zweiten stwirbels vom Rückenmark zu dem Plexus cardiacus ab. Beim Kaninchen sollen sie nach x durch das unterste Halsganglion und die zwei obersten Brustganglien des sympathischen nzstranges zum Herzgeflecht gelangen. S. Stricker und J. Wagner finden accelerirende rn schon im Halsmark. Sie durchschnitten bei ihren Versuchen über Sympathicusreig den Grenzstrang an der 7. Rippe und präparirten ihn bis zur Ansa Vieussenii von allen bindungen mit dem Rückenmark los; die Reizungen der oberen Stellen waren wirksamer, die der weiter unten gelegenen.

Die Reizung des Vaguscentrums geschieht normal direct oder reflectoch. Der Sauerstoffmangel und die dadurch gestörte Ernährung bewirkt im Vagus-,

resp. Accessoriuscentrum einen Reizzustand, der die Herzbewegung verlangsamt, ja sie so für einige Zeit ganz aufheben kann (in Diastole). Diese Beobachtung kann man bei Unt brechung des normalen Athmungsvorganges machen; dass hierbei nicht etwa sich ansa melnde Kohlensäure als Reiz wirkt, scheint daraus hervorzugehen, dass das Herz bei Athmu von Wasserstoff dieselbe Erscheinung zeigt. Zur Realisirung des Einflusses vom Vaguscentru aus muss natürlich die Verbindung desselben mit dem Herzen, der Vagusstamm, intakt sei Dasselbe Postulat gilt für die Demonstration der reflectorischen Erregung des Vaguscentru in der Medulla oblongata. Goltz beobachtete zuerst einen reflectorischen Herzstillstand be mechanischer Reizung der Baucheingeweide beim Frosch (Klopfversuch). Die Nervi splanch nici enthalten die Fasern, deren Erregung hierbei wirksam wird. Ludwig und Lovén lehrt durch Reizung der verschiedensten sensiblen Nerven bei Warmblütern, v. Bezold, Donders u. A durch Reizung des Vagus der einen Seite, Bernstein durch Reizung des Bauch- und Halsstran des Sympathicus das Vaguscentrum reflectorisch erregen. Aus den Bernstein'schen Beobach tungen geht hervor, dass der sympathische Grenzstrang durch die Rami communicantes Fa sern an das Rückenmark abgibt, welche in diesem aufsteigend zum Vaguscentrum gelange

Verminderung des Erregungszustandes des Vaguscentrums und dam Beschleunigung der Herzaktion sah Hering reflectorisch durch Aufblasen der Lunge eintrete so lange die Vagi nicht durchschnitten waren. Durch das Aufblasen glaubt Hering zunäch sensible Lungenfasern zu reizen.

Der Einfluss der Gemüthsbewegungen auf die Herzaktion besteht eine seits in einem momentanen Herzstillstand, der wohl vom Vagus aus (reflectorisch?) vermitt wird; andererseits tritt bei Erschrecken, Angst eine Beschleunigung der Herzaktion ei welche vielleicht durch plötzliche Verengerung der Arterien und dadurch gesteigerten Wide stand in ihnen hervorgerufen wird. Das primäre Erblassen der Haut bei Schreck zeigt, da wirklich durch diese Ursache Arterienverengerungen eintreten können. Doch lässt die E scheinung nach dem oben Gesagten verschiedene Deutungen zu.

Die Beschleunigung der Herzbewegung nach Vagusdurchschneidung, welche wirkungsl bleibt, sobald man alle das Vaguscentrum reflectorisch erregenden Nerven vorher durc schnitten hat (Bernstein), zeigt, dass das Vaguscentrum beständig und zwar zunächst refle torisch erregt wird. Jedoch braucht man sich diesen reflectorischen Erregungszustand nic ununterbrochen (tonisch) vorzustellen. Bezold hat gezeigt, dass eine in mässig schnell Rhythmus erfolgende Vaguserregung zur Einleitung der hemmenden Wirkungen genügt.

Donders und Prahl bestimmten die Zeit, welche verläuft, bevor nach der Vagusreiz die verlangsamende Wirkung beginnt: Latenzstadium. Es gelang Donders, als Gegenst zu der Zuckungscurve des Muskels eine Curve des Verzögerungsprocess durch Vagusreizung zu construiren. Die Uebereinstimmung in dem Gesetze der nervö Hemmung und der nervösen Erregung constatirte er noch dadurch, dass er das Gesetz d Verzögerung bei Vaguserregung übereinstimmend fand mit dem Gesetz der Zucku gen, welches Pflüger auf das Gesetz des Electrotonus (cf. diesen und Zuckungsgesetz z rückführte. Czermak konnte an sich selbst den Vagus mechanisch durch Druck reizen, ele trisch gelingt seine Reizung am Menschen leicht.

Der Vagus ist der trophische Nerv des Herzens; nach doppelseitiger Durc schneidung tritt Herzverfettung ein, welche H. Eichhorst auf den mangelnden trophisch Einfluss des Vagus bezieht.

Zur Anatomie der Herzganglien und -Nerven. — Die vom Plexus cardiacus abt tenden Nervenfäden treten bei Säugethieren unter das Perikardium und in das Septum ventri wo sie in der Mitte der Muskelmasse verlaufen, unabhängig von der Gefässverbreitung. Dopp conturirte Fasern sind meist nur spärlich vorhanden. Die Nerven sind in Verbindung n Ganglienzellen, die aber nirgends makroskopische Ganglien bilden. Die meisten Ganglie zellen zeigen den Bau der sympathischen Zellen, sie sind unipolar, aus demselben Pr entspringt ausser der geraden Faser auch die Arnold-Beale'sche Spiralfeder (cf. Sy pathicus). Andere Zellen sind bipolar, und eine dritte Gattung sind die nach anderwei

nenden unipolaren Zellen in bipolarer Anordnung. Zwei birnförmige Zellen liegen i einer gemeinsamen Scheide, mit den flachen, dem Pole entgegengesetzten Seiten an gepresst. Von dem spitzen Ende tritt beiderseits die einfache Nervenfaser ab er-Seidel). Was das Verhalten der Nerven zu den Ganglienzellen betrifft, so be- iölliker, dass der Vagus zu ihnen in keine Beziehung trete, dagegen hat Bidder s die Ansicht vertreten, dass die Spiralfasern der Ganglienzellen des Herzens dem ehören, während die geraden Fasern zur Ausbreitung in der Peripherie bestimmt mak hat auch in der Herzmuskulatur (Herzohr des Kalbs) Ganglienzellenhaufen Friedländer findet in jedem pulsirenden Muskelstückchen des Froschherzens llen. Andere Autoren geben dagegen aus der Herzmuskulatur negative Resultate Kölliker und Krause endigen die Nerven im Herzen wie in willkürlichen Mus- n die blassen, kernhaltigen Endfasern an die Muskelfasern herantreten (Kölliker) motorischen Endplatten« (cf. Muskel) endigen (Krause). Eine Endigung in den en, wie sie Frankenhäuser für die glatten Muskeln behauptete, konnte Schweigger- las Herz nicht nachweisen. Im Perikardium und Endokardium finden sich Nerven- g denen in serösen Membranen, in der Bindegewebsschicht zwischen Endokardium atur sind gröbere Nervenausbreitungen (Schweigger-Seidel, Schmulewitsch).

nsiblen Fasern des Herzens — das Herz ist empfindlich — verlaufen beim Vagus, bei den Säugethieren kommen noch andere sensible Fasern dazu, deren ırscheinlich im Splanchnicus sich finden (Goltz).

ntwickelungsgeschichte. — Das Herz tritt nach der bisher geltenden Lehre eine Verdickung der Faserwand des Vorderdarmes auf, welche von diesem sich sich bald zu einem anfangs geraden Schlauche umwandelt. Nach Schenk und geschieht diese Umwandlung in der Weise, dass sich die zum Herzen werdende Darmfaserwand an der Bauchfläche des Vorderdarms vom Drüsenblatte abhebt, in gsraum des mittleren Keimblattes: die Perikardial- oder Herzhöhle hinein sich ıd später zu einem geschlossenen Hohlgebilde abschnürt. Die Anlage ist also von ıohl, enthält aber in ihrem Innern lockere Zellmassen, von denen die peripherisch um Endokardium, die übrigen wohl zu den ersten Blutkörperchen werden. Auch dialhöhle enthält derartige lockere Zellenmassen, welche wahrscheinlich den g des entstehenden Perikardiums liefern. Nach Kölliker's und Gasser's neuen ngen gestaltet sich die Entstehung des Herzens wesentlich anders. Die Herzanlage n sehr früh bei Embryonen, an welchen erst 3—5 Urwirbel sich differenzirt haben. ten Rande der Parietalzone zu beiden Seiten des Kopfes entsteht das Herz einer gedoppelten Anlage, in Gestalt zweier Röhren, welche je in die chen Hohlraum bildende »Parietalhöhle« eingeschlossen liegen. Langsam wachsen ch der Ventralseite sich krümmenden Parietalzone des Embryo diese doppelten ı einander entgegen und vereinigen sich erst in der Mitte, wenn sich im Embryo gebildet haben. Diese primären Herzröhren bestehen aus einem Endothelrohr icken Umhüllung des Darmfaserblattes. Am Vorhof finden sich äusserlich Zotten.— gerade (gemeinsame) Herzschlauch entsendet aus seinem vorderen Ende zwei Arcus hrend er auf der entgegengesetzten Seite zwei Venae omphalo-mesentericae auf- fänglich ist der Herzschlauch allseitig geschlossen, die ersten Blutzellen rollen in Herzhöhle ausgeschiedenen Flüssigkeit umher. Das noch geschlossene, aus Zellen Herz beginnt zu pulsiren, die Schläge folgen sich zuerst langsam in der Richtung ende nach dem Arterienende zu, also von hinten nach vorne. Beim Hühnchen e Verbindung des Herzens mit den Gefässen des ersten Kreislaufs schon am zwei- rgestellt, in der Minute zählt man 40 Herzpulse. Die Entstehung des complicirten Herzens wird durch Krümmungen und Lageveränderungen des Herzschlauches ein- uerst krümmt sich das Herz der Länge nach und dreht sich etwas nach rechts. ıg der Aorten erweitert sich zum Bulbus Aortae, der Mündungsstelle der Venen

zu den Vorkammern und Herzohren. Gleichzeitig wird die Herzkrümmung imm stärker S-förmig, der arterielle Theil wendet sich ganz nach rechts, vorn und oben, d venöse nach links, hinten und unten. Der Schlauch des zusammengekrümmten Herz ist noch einfach, durch leichte Einschnürungen sind Vorkammer, Bulbus Aortae und einf Herzkammer von einander geschieden (Fig. 106).

Fig. 106.



Herz eines Kaninchenembryo, vergrössert, nach BISCHOFF, von hinten. *a* Venae omphalo-mesentericae, *d* rechte Kammer, *e* Bulbus Aortae, *f* sechs Aortenbogen, *c* Vorhof, *b* Auriculae.

Fig. 107.



Herz des Embryo von hinten gesehen. *a* gemeinsamer Venensinus. *b* linke, *c* rechte Auricula, *g* rechte, *f* linke Kammer, *e* Ohrcanal, *h* Truncus arteriosus. Nach BISCHOFF.

Sehr bald treten (KÖLLIKER) an der ven Krümmung zwei leichte, seitliche Ausb tungen auf, die Anlage der im Embryonall sehr stark entwickelten Herzohren, wel durch eine leicht verengerte Stelle (Ohrca von dem Vorhof sich trennen. Nun nä sich das Herz seiner bleibenden Form m und mehr an (Fig. 107), doch ist es im In noch ohne eine Andeutung von Scheidewän aus dem arteriellen (rechten) Abschnitt lässt es einen einfachen Aortenstamm, sein (linkes) venöses Ende tritt ein gem samer Venenstamm, der die beiden V omphalo-mesentericae aufnimmt. Das trägt den Typus des Fischherzens. Bei Bildung der Herzscheidewände trennt der primitive Ventrikel durch eine her wuchernde Querwand in zwei Abtheilun der Venentheil des primitiven Herzens und die ursprünglich einfache Aorta trennen sich gegen durch eine longitudinale mittlere Scheidewand in zwei Hälften. Vor Ausbildung Scheidewände werden einerseits durch besondere Wachsthumsphänomene an der hint Seite des Herzens die rechte Kammer nach und nach in den Bereich des Vorhofs zogen, andererseits erfolgt dasselbe auch bei der linken Kammer, indem sie in Ver dung tritt mit dem Truncus arteriosus, der anfänglich einzig und allein aus der rech Kammer entspringt, wie der venöse Vorhof zunächst nur mit der linken Kammer in Ver dung steht. Mündet einmal in Folge der angedeuteten Verwachsungen die Vorkamme beide Kammern und stehen diese auch beide mit dem Truncus arteriosus in Verbindung wird es verständlich, wie durch das oben angedeutete Hervorwachsen der Scheidewände in Innere des Herzens sich dieses in die bekannten vier Höhlen und der Truncus arteriosus in Aorta und Pulmonalis zerfällen kann. In der siebenten Woche ist die Kammerscheidew vollendet, so dass die Kammern mit zwei getrennten Oeffnungen in den Vorhof münden. Di Oeffnungen sind anfänglich spaltartig (ECKER), begrenzt von zwei Lippen, den ersten Anl der erst im dritten Monat sich stärker ausbildenden venösen Klappen, deren Ränder sc mit Muskelbalken der Kammerwand in Verbindung stehen. In der vierten Woche ist Truncus arteriosus bei dem Menschen noch einfach. Gleichzeitig mit der Theilung des Trun arteriosus, die primär durch eine longitudinale Wucherung der mittleren Arterienhaut Stande kommt, bilden sich die Semilunarklappen anfänglich als horizontal hervortret halbmondförmige Wülste der Media und Intima. Die Bildung des Septum atriorum beg erst nach Vollendung der Kammerscheidewand in der achten Woche. Von der Mitte der v deren Wand der Vorkammer und vom oberen Rand der Kammerscheidewand erhebt sie zuerst als eine halbmondförmige Falte. An der hinteren Vorhofswand bilden sich ähnl Falten (Valvula Eustachii und V. foraminis ovalis), rechts und links an der Mündung d unteren Hohlvene (KÖLLIKER). Doch ist bekanntlich die Scheidung der Vorhöfe während d ganzen Foetalperiode keine vollkommene, sie communiciren durch die weite Oeffnung d Foramen ovale, das sich erst nach der Geburt schliesst. Die Aeste des Truncus venosus s die späteren Vv. cava inferior und superior. Der gemeinsame Truncus venosus wird bei d Wachsthum der Vorkammern in diese hineingezogen, indem seine Wandung zur Bildung d

...erwand der Vorkammer verwendet wird, so dass nun beide Cavae getrennt in die Vor-...mer münden.

Die Lage des Herzens ist unmittelbar nach seiner Entstehung im Bereiche des Kopfes ...dem ersten Urwirbel (Vorläufer des ersten Halswirbels) in der Höhe der zweiten und dritten ...blase. Später rückt es in die Halsgegend und von da in die Brusthöhle herab, die es noch ...ganzen zweiten Monat erfüllt. Von der achten Woche an erheben sich erst die Lungen, ...vorher hinter der Leber lagen, neben dem Herzen. Das Herz, das primär mit seiner Län-...axe senkrecht stand, stellt sich nun mit seiner Spitze nach links.

Zur vergleichenden Anatomie. — Das Herz ist (Gegenbaur) in seiner einfachsten Form ...muskulöser, aktiv beweglicher Theil des Gefässsystems. Das Herz der warmblütigen ...belthiere (Säugethiere und Vögel) verhält sich im Allgemeinen wie das des Menschen, im ...elnen zeigen sich mannigfache Verschiedenheiten. Am einfachsten ist der bleibende Zu-...d bei den Fischen. Es besteht hier aus einer Kammer und einer Vorkammer. Es ent-...cht dem embryonalen Herzen der Säugethiere und behält auch seine ursprüngliche Lage-...g am Kopfende bei. Das Herz liegt frei in der Perikardialhöhle, manchmal ist es mit ihr ...ch Sehnenfäden verbunden. Mit dem Auftreten der Lungen tritt nicht nur eine bedeutende ...derung in der Anordnung der grossen Gefässstämme, sondern auch eine weitere Differen-...ng im Bau des Herzens auf. Bei den Dipnoi (Lepidosiren) beginnt schon eine Trennung ...Herzräume. Ein Maschenwerk von Muskelbalken bildet eine Art Vorkammerscheidewand. ...r den Amphibien ist die Scheidung der Vorkammer noch in ähnlicher Weise unvoll-...dig wie bei den Dipnoi, bei den übrigen ist die Scheidung vollständig. Aus der Kammer ...pringt ein muskulöser Arterienbulbus. Bei Lepidosiren beginnt derselbe sich durch zwei ...falten in zwei getrennte Räume zu theilen, bei den Amphibien ist diese Trennung voll-...t. Das Herz der Batrachierlarven entspricht dem der Fische. Bei den Rep-...n rückt das Herz in grössere Entfernung vom Kopf. Nicht nur die beiden Vorhöfe, ...ern auch die beiden Kammern scheiden sich in einen rechten und linken Abschnitt, die ...en Krokodilen vollständig von einander getrennt sind. Wie bei den Amphibien ergiessen ...in den rechten, grösseren Vorhof die Körpervenen, in den linken die Lungenvenen. Die ...dewand der Kammer wird zunächst durch ein Maschenwerk von Muskelbalken darge-..., doch sind, wie Brücke zeigte, mannigfache mechanische Einrichtungen vorhanden, ...e die Unvollständigkeit der Trennung wenigstens theilweise ausgleichen, dazu gehört ..., dass die Kammerhälften sich nicht isochron zusammenziehen (bei Schildkrötenherzen). ...inke Herzkammer empfängt arterielles, die rechte venöses Blut. Der Arterienbulbus bleibt ...erlich einfach, im Innern hat er sich aber in mehrere Canäle differenzirt, so dass beide ...mern mit besonderen Arterien des Bulbus in Verbindung stehen. Die Klappen entsprechen ...n des Säugethierherzens.

Die Selbständigkeit der Muskelzellen scheint im Herzen der verschiedenen Thier-...pen überall gewahrt zu bleiben. Von den quergestreiften Muskelzellen des Menschen-...ens war oben die Rede. Bei Eidechsen, Amphibien und Fischen fand Weismann die ...muskulatur aus dicht an einander liegenden, langgestreckten, spindelförmigen, quer-...reiften Zellen bestehen. Eberth zeigte, dass auch bei den anderen Thiergruppen auch im ...bildeten Zustand die Herzmuskulatur eine Zusammensetzung aus quergestreiften Zellen ..., wie sie schon längst in dem embryonalen Zustande des Herzens derselben bekannt ...en. Bei den Teleostiern ist die Muskulatur des pulsirenden Truncus arteriosus eine glatte, ...rend sie bei den übrigen Fischen und Batrachiern quergestreift ist (Leydig).

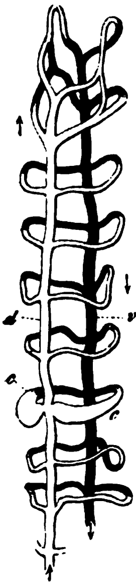
Ausser dem Herzen können auch noch andere Abschnitte des Gefässsystems quergestreifte ...kulatur besitzen: die peripherischen Herzen (Leydig). Myxine und Branchiostoma ...en ein Pfortaderherz, bei letzterem findet sich auch ein Venenherz für das Lebervenenblut. ...ch Retzius und J. Müller sind auch die Anfänge der Kiemenarterien und die Aortenbogen ...tractil. Im Schwanz des Aals findet sich ein erweiterter pulsirender Sinus. Die rhythmi-...en Bewegungen der Venen in den Flügeln der Fledermäuse (W. Johnes) und der grösseren

Arterien im Ohr des Kaninchens (Schiff) beruhen wohl auf Bewegungen glatter Muskulat die auch, wie wir oben sahen, der Pulsation fähig ist.

Vollkommen abweichend von dem Verhalten der Circulationsapparate der übri Wirbelthiere verhält sich Amphioxus. Ihm fehlt ein Centralorgan der Circulatio dagegen erscheinen alle grösseren arteriellen und venösen Gefässstämme rhythmisch-contract ohne dass hierin eine Stelle des, wie bei den übrigen Wirbelthieren in sich geschlossenen, Ge fässsystemes vor einer anderen bevorzugt erscheint. Das Verhalten erinnert an die bei Wü mern sich findenden Einrichtungen.

Ein Hauptunterschied zwischen dem Circulationscentrum der Wirbelthiere und Wirbel losen besteht darin, dass bei ersteren das Herz aus einem ventralen Abschnitt des G fässsystemes entsteht, während bei den Wirbellosen das Centralorgan der Blutbewegung dem Dorsalgefässsystem oder einem Theile desselben sich bildet (Gegenbaur). D findet sich bei den Tunicaten ein wahres Herz, das mit dem der Wirbelthiere gleiche Lage Bei den niedersten Wirbellosen, Protozoën, fehlt mit einer dem Blute analogen Ernährun flüssigkeit auch das Herz und die übrigen Kreislaufsorgane. Hier steht die Saftbewegung Protoplasma, welche zum Theil durch allgemeine Körperbewegung und pulsirende Vacuolen geregt wird, an Stelle der Circulation. Bei den Coelenteraten ist eine Trennung zwis den Verdauungsröhren und den Blutgefässen noch nicht eingetreten, im Magen gebildete Chymus wird direct durch Canäle oder tasc förmige Bildungen dem Körperparenchym zugeleitet. Man bezei dieses gemeinsame Organ als: Gastrovascularsystem. Es dasselbe aber auch durch das dem Chymus beigemischte Wasser, er mit ihm im Körper vertheilt, respiratorischen Zwecken Auch bei den niedersten Würmern wird die Ernährungsflüssi ohne eigene Bahnen zu besitzen, durch endosmotische Vorgänge dem öfters noch verzweigten Darmcanale (Planarien, Trematoden) rect den Körperorganen zugeführt. Auch bei den Räderthieren Bryozoën fehlt noch ein Blutgefässsystem, die Ernährungsflüssi findet sich frei in einer Leibeshöhle und wird durch die Contracti des Körpers oder des Tentakelapparates in unregelmässige Bewe gesetzt. Bei Polygordius tritt als Anfang eines Gefässsystems ein saler Medianstamm mit meist blind endigenden Querästen auf. den Würmern mit rothem Blute erscheinen einfache, doppelte mehrfache Gefässstämme, welche sich abwechselnd bald füllen, b zusammenziehen und dadurch das Blut in Bewegung setzen. Die Co traction der Gefässstämme schreitet peristaltisch vorwärts, wodur in den Längsgefässen eine Kreisbewegung entsteht, bei den Hirudine bei denen die Hauptstämme lateral liegen, in horizontaler, bei d Lumbricinen u. a., wo die Hauptstämme oben und unten liegen, i vertikaler Richtung. Zu gleicher Zeit wird das Blut abwechsel durch die Quergefässe von einer zur anderen Seite geworfen, inde der eine Stamm sich füllt, während der andere sich contrahirt, w man das bei Hirudo vulgaris beobachtet hat (J. Müller) (Fig. 108 Bei den Tunicaten hat, wie schon erwähnt, das Herz eine ventr Lage, es erscheint als ein rundlicher oder länglicher Schlauch. B den Appendicularien bewegt es das erst frei in der Leibeshöhle circu lirende Blut. Bei den Ascidien biegt sich beiderseits das Herz in ein Gefäss um, die mit einem Lakunensystem, das den Leib durch zieht, in Verbindung treten. Bei Salpen findet sich dagegen ein aus gebildetes Gefässsystem mit dem Herzen in Verbindung. Bei allen Tunicaten ist die Richtung des Blutstroms eine wechselnde. Hat das Herz eine Anzahl von Pulsation nach der einen Richtung ausgeführt, so tritt eine momentane Pause ein und die peristaltisch

Fig. 108.



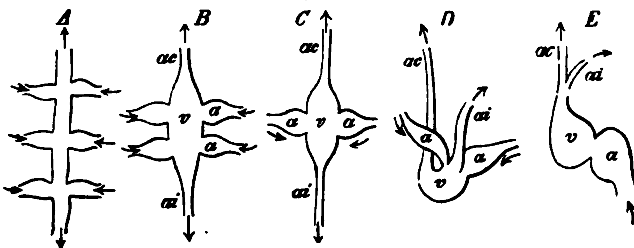
Vorderer Abschnitt des Blutgefässsystems einer jungen Saenuris variegata. *d* Dorsalgefäss. *v* Ventralgefäss. *c* Herzartig erweiterte Queranastomose. Die Pfeile deuten die Richtung des Blutstroms an.

en des Herzschlauchs erfolgen nun in der entgegengesetzten Richtung. Dasselbe LLER bei Hirudo vulgaris beobachtet, ein und derselbe contractile Gefässstamm ne peristaltischen Bewegungen bald in der einen, bald in der anderen Richtung, so hier die Richtung der Blutbewegung abwechselt. Bei den Echinodermen zeigt laufsapparat im Allgemeinen eine radiäre Anlage. Ein Ringcanal umkreist meist den , ein anderer den Endtheil des Darmcanals, beide werden durch einen contractilen in Verbindung gesetzt, der als Herz functionirt. Von den Blutgefässringen treten este ab. Ausserdem besitzen diese Thiere noch einen Gefässapparat, welcher mit tgefässsystem vielleicht in Verbindung steht, und dessen in die Augen fallendste in der Einführung von Wasser in den Körper besteht: Wassergefässsystem.

den Arthropoden findet sich als Herz ein dorsaler contractiler Gefässstamm, gesetzt nach ein und derselben Richtung das Blut bewegt, so dass ein Kreislauf aus en und venösen Strömen entsteht. Das aus dem Herzen in arteriellen Gefässen ab-de Blut ergiesst sich entweder durch ein Rudiment eines Hauptgefässstammes oder nige Hauptstämme sofort frei in die Leibeshöhle, oder es finden sich feine arterielle gungen und Kapillaren. Die venösen, zum Herzen zurückführenden Wege scheinen gegen, auch wenn sie zu feineren, regelmässig vertheilten Canälen werden, besondere ngen zu entbehren und stehen mit dem Herzen nicht in directer Verbindung. Sie in einen das Herz umgebenden Blutbehälter, Perikardialsinus, aus dem das Blut paltartige, meist paarig vorhandene Oeffnungen von verschiedener Zahl in das rücktritt.

en Mollusken scheint ein als Herz fungirendes Centralorgan des Kreislaufs zuzu-, bei den Brachiopoden findet es sich aber an verschiedenen Ausschnitten des Ge-ems. Analog wie bei den Arthropoden ist auch bei den Mollusken das Gefässsystem nz abgeschlossen, obwohl (Cephalopoden) kapillare Verzweigungen auftreten können. itt hier das Blut nicht durch Spalten, sondern durch wahre Gefässstämme, die das Blut aus den Gewebslücken sammeln, in das Herz zurück. Bei den drei Abtheilun-Otokardier ist das Herz in Kammer und Vorkammer geschieden und wird von esonderen Herzbeutel umschlossen. Der Kammer wird das Blut bald von zwei, n einer Vorkammer zugeführt, und sie entsendet es wieder der Hauptmasse nach inen dem Vordertheile des Körpers zulaufenden grösseren Arterienstamm, eine Aorta. die hinteren Körpertheile und Eingeweide bestimmter Arterienstamm entspringt ent-lirect aus dem Herzen: Aorta posterior, bei den Lamellibranchiaten und Cephalopoden, zweigt sich (Cephalophoren) von der Hauptaorta als Aorta posterior ab (Fig. 109).

Fig. 109.



atische Darstellung zur Vergleichung der Modificationen der Circulationscentren bei den sken. *A* Theil des Dorsalgefässstammes und der Querstämme eines Wurmes. *B* Herz und Vorhöfe autilus. *C* Herz und Vorhöfe eines Lamellibranchiaten oder Loliginen. *D* Dieselben Organe eines us. *E* Herz und Vorhof eines Gasteropoden. *v* Herzkammer. *a* Vorkammer. *ac* Arteria cephalica. *ai* Arteria abdominalis. Die Pfeile deuten die Richtung des Blutstroms an.

Blut wird aus den Venenräumen zunächst den Athmungsorganen zugeleitet, von s zu dem Herzen zurückkehrt, so dass das Herz nur arterielles Blut erhält, es ist ein

Arterienherz. Das Herz der Gasteropoden stimmt im Bau gewissermassen mit dem der Wirbelthierembryonen und Fische überein. Der wesentliche Unterschied zwische Herzen ist aber, wie schon oben angedeutet, der, dass die letztbeschriebenen Her einem dorsalen Längsstamm sich entwickeln. Das Gefässsystem der Mollusken s sich daher an das der Würmer mit dorsalem contractilen Gefässe an, und die sog Kammer erscheint als differenzirter Abschnitt eines dorsalen Längsstammes, und die selben einmündenden Vorkammern sind modificirte Querstämme (Gegenbaur).

Die Herzen erhalten ihre Fähigkeit, das Blut in einer bestimmten Richtung au zu können, durch Klappeneinrichtungen. Bei den Wirbelthieren sind die l meist einfache Duplicaturen des Endokardiums. Die starke Klappe im rechten Her Vögel und des Schnabelthiers besteht dagegen aus quer gestreifter Muskulatur, ebe Klappe zwischen Sinus venosus und Vorhof bei Leuciscus und wohl auch bei anderen (Leydig). Das Krokodil besitzt rechterseits nur eine Atrioventrikularklappe, die an de merscheidewand ansitzt, von der anderen Seite springt die Muskelwand in eine Leiste förmig vor. Bei Fischen finden sich ausser den taschenförmigen, arteriellen Ventile mehrere Reihen schmaler Klappenblättchen, deren Umschlagen nach hinten durch S fäden verhindert wird. Die klappenartigen Vorrichtungen im Herzen der Wirbellos (Leydig) entweder auch Duplicaturen der Intima, hier und da mit Muskeln, oder es f eigenthümliche zellige Gebilde als Klappen. So verrichten nach Leydig in der hi Kammer des Herzens der Larve von Corethra plumicornis sechs bis acht Paare ge beweglicher Zellen die Dienste von Klappen. Sie stehen alternirend, eine etwas hö die andere, wodurch bei der Systole des Herzens je zwei Klappenzellen dicht hinter e zu liegen kommen und das Kammerlumen vollständig absperren.

Zwölftes Capitel.

Die Blutbewegung.

II. Die Blutgefässe.

Nerveneinflüsse auf die Weite der Blutgefässe.

Aus dem Herzen wird das Blut, wenn der Blutdruck in den sich zusam-nziehenden Herzkammern den Druck in der Aorta übersteigt, in die letztere gepresst.

Arterien und Venen sind Röhren von cylindrischem Querschnitte mit mehr er weniger dicken, sehr elastischen Wandungen, welche durch eingelagerte nische Muskelfasern die Fähigkeit erhalten, sich aktiv, durch nervösen Ein-s, zu verengern und zu erweitern. Wir haben also zwei Momente zu unter-eiden, welche auf den Durchmesser der Gefässlichtung von bestimmendem flusse sind: die Elasticität und die aktive Contractilität. Letztere bei den Arterien, namentlich denen kleineren Kalibers, viel entwickelter als den Venen. Auch den Kapillaren fehlt sie nicht.

Im normalen Zustande befinden sich die Gefässe unter einem ihre Weite lirenden Einfluss der Gefässnerven. Cl. Bernard machte die Beobachtung, s nach Durchschneidung des Halsstammes des Sympathicus sich die gesamm-Gefässe der anliegenden Kopfhälfte erweitern. An den Ohren, besonders isser Kaninchen, welche die Blutgefässe durchscheinen lassen, beobachtet n bei einseitiger Durchschneidung die eingetretene Erweiterung der Gefässe, Röthung, die gesteigerte Wärmeabgabe in Folge der vermehrten Blutzufuhr ect im Vergleiche mit dem normalen Ohre der anderen Kopfseite. Ebenso ken die Durchschneidungen der Gefässnerven an anderen Abschnitten des ässsystemes. Reizung, z. B. electrische, der peripherischen Enden der rchschnittenen Gefässnerven macht die Erweiterung wieder verschwinden d bringt eine Gefässverengerung hervor, die von einer Verminderung der rmeabgabe begleitet ist.

Während des Lebens sind die nervösen Beeinflussungen der Gefässe sehr chselnd. Sie sind es vor Allem, wodurch die Blutvertheilung im Körper je h dem Bedürfniss der Organe geregelt wird. Organen, welche eine gestei-rte Blutzufuhr bedürfen, wie den arbeitenden Muskeln, secernirenden Drüsen, n schwangeren Uterus, dem Ovarium während der Eireife wird eine grössere nge Blut zugeführt. Man weiss, dass von sensiblen Organ- und Hautnerven

aus reflectorisch eine Erregung auf die Gefässnerven ausgeübt werd kann. Wir sehen bei Reizen, die die äussere Haut treffen, z. B. durch Kält zuerst durch reflectorische Wirkung der Gefässnerven eine tetanische Contra tion und Verengerung der Hautgefässe eintreten, welche von einer secundär Erweiterung gefolgt wird in Folge der Ermüdung der Gefässmuskulatur. A der Haut des Menschen lassen sich diese beiden Zustände durch die eintreten Blässe oder Röthung, welch' letztere mit gesteigerter Wärmeabgabe verbund ist, direct beobachten. Aehnliche reflectorische Einwirkungen auf die Gefä nerven müssen wir auch bei den arbeitenden Drüsen annehmen; so erfolgt d Reflex von den sensiblen Nerven der Magenschleimhaut, welche durch die a genommenen Nahrungsstoffe mechanisch oder chemisch erregt werden, auf d motorischen Nerven der Gefässe ihrer Drüsen, wodurch letztere erweitert w den. Andererseits häufen sich, in Folge der Arbeitsleistung der Organe, Z setzungsprodukte (ermüdende Stoffe) in diesen an, welche durch ihre chemis Wirkung als Säuren oder Alkalien direct die in den Organen verlaufend Nerven in ihren Lebenseigenschaften beeinflussen. Als Gefäss erweitern Moment ist vor Allem noch die gesteigerte Temperatur bekannt. Dass a psychische Alterationen vom Gehirne aus auf die Gefässnerven wirken könn beweist die Blässe des Schreckens und umgekehrt die Schamröthe. LUDWIG CYON fanden, dass beim Kaninchen die Reizung gewisser sensibler (cen petaler) Nerven ganz besonders im Stande ist, die tonische Contraction der G fässe herabzusetzen oder aufzuheben. Man nennt diese Nerven oder Nerv fasern depressorische. Sie sammeln sich bei Kaninchen und Katze einem Vaguszweig: Ramus depressor. Doch sollen auch in dem Va stamm depressorische Fasern verlaufen. Auch im Laryngeus superior und Halssympathicus verlaufen depressorische Fasern, welche reflectorisch die Ge spannung steigern (AUBERT und RÖVER). Beim Kaninchen verläuft der Ra depressor zwischen Vagus und Sympathicus frei am Halse, er entspringt wöhnlich zweiwurzelig aus dem centralen Ende der Laryng. s. und dem Va sein weiterer Verlauf bis zum Plexus cardiacus ist verschieden. Bei Hund Mensch kommen analoge Aestchen innerhalb der Vagusscheide vor (KREIDMA

BUDGE beobachtete, dass durch electrische Reizung desjenigen Gehirnth in welchem der Pedunculus cerebri liegt, alle kleineren Arterien des Körpers verengern und der Blutdruck steigt (cf. Gehirn). Aber auch in der Medulla ob gata scheint ein Centralorgan der vasomotorischen Nerven zu lieg welches von jener Gehirnstelle aus, in deren Nähe auch das Reflexcentr liegt, angeregt werden kann. C. DITTMAR begrenzt das vasomotorische Cent auf das Ursprungsgebiet der Nn. faciales. Nach den Beobachtungen LUDW und THIRY's bewirkt seine Reizung, so lange Rückenmark und Sympath unverletzt sind, eine Verengerung sämmtlicher feineren Arterien mit Erhöh des Blutdrucks in den Arterienstämmen und Erweiterung des Herzens. Da Dur schneidung der vasomotorischen Nerven die Arterien erweitert, so müssen uns dieses Centralorgan in einer beständigen (tonischen), in ihrer Intensität schwankenden Erregung denken. Auf die Durchschneidung des Rückenm in der Cervicalgegend folgt eine allgemeine Erschlaffung aller Arterien, so dann alle Gefässnerven durchschnitten erscheinen. Man nimmt vielfach an, d die beständige Erregung des Gefässnervencentrums durch die Kohlensäure d

Blutes ausgeübt wird, da man bei erstickenden oder mit Kohlensäure vergifteten Thieren eine regelmässig intermittirende Ab- und Zunahme des Blutdrucks in den Arterien eintreten sieht (Thiry und L. Traube). Nach Schlesinger gehen auch Gefässnerven direct vom Rückenmark aus.

Aerztliche Bemerkungen. — Allgemeine Contraction der Körperarterien tritt im Fieberfrost ein, wohl durch Reizung des vasomotorischen Centrums. Geht in Folge gewisser Erkrankungen die Contractilität der Arterie verloren, so dass diese in eine mehr oder weniger starre Röhre verwandelt wird, so wird dadurch die Ernährung der von ihr versorgten Körpertheile meistens bald beeinträchtigt, da die Zufuhr von Blut nun nicht mehr einem vorübergehend gesteigerten Stoffwechselbedürfniss entsprechend vermehrt werden kann.

Die aktive Contractilität der Arterien ist am Puls nicht betheiligt, wenn wir von den spontanen Bewegungen der Arterien im Kaninchenohr (Schiff, cf. S. 460) und den analogen Vorkommnissen absehen, doch sehen wir nach dem Aufhören der Herzbewegung eine aktive Entleerung der Arterien in die Venen eintreten (v. Bezold), worauf die Leere der Arterien in der Leiche beruht. Diese Contractionen erfolgen wahrscheinlich auf Reizung des vasomotorischen Centrums durch das vor dem Aufhören der Athmung venös gewordene Blut.

Die vasomotorischen Nerven verlaufen theils im Sympathicus, theils aber auch in spinalen Bahnen. Im Halsstrang des Sympathicus verlaufen die Gefässnerven der Kopfhaut, der Conjunctiva, der Speicheldrüsen (Bernard). Von den Rami communicantes des Sympathicus treten die Gefässnerven für die unteren Extremitäten in die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven ein (Bernard, Pflüger). Für die oberen Extremitäten verlaufen sie nach E. Cyon in den mittleren Dorsalwurzeln zum Grenzstrang, von da zum ersten Brustganglion und gelangen durch die Rami communicantes zum Plexus brachialis. Der Gefässbezirk der Baucheingeweide, welcher so erweiterungsfähig ist, dass er fast die gesammte Blutmenge des Körpers, z. B. nach Pfortaderunterbindung, beherbergen kann, erhält nach der Entdeckung Bezold's seine Nervenfasern jederseits vom Splanchnicus, der also der wichtigste Gefässnerv ist. Reizung der Nervi erigentes bringt am Penis eine Erweiterung der Arterien hervor. Die Reizung des Splanchnicus bewirkt wie jede Steigerung des Blutdrucks (cf. S. 451, 464) Vermehrung, seine Durchschneidung, wie die Durchschneidung des Rückenmarks dagegen aus dem entgegengesetzten Grunde Verminderung der Pulsfrequenz (Ludwig). Nach Brown-Séquard entspringen die vasomotorischen Nerven des Herzens, der Lungen und der hauptsächlichsten Eingeweide des Unterleibs nicht von der Medulla oblongata, sondern der Brücke und den oberhalb derselben und um sie herum gelegenen Hirntheilen. Die vasomotorischen Nerven der Lungen verlaufen nach demselben Autor nicht im N. vagus, sondern durch das Cervicalmark und das erste Ganglion thoracicum des N. sympathicus (cf. Gehirn).

Der anatomisch-physiologische Bau der Blutgefässe.

Der Bau der Gefässe hat zweien sich scheinbar widersprechenden Aufgaben zu dienen. Es muss das Blut zuerst vom Herzen aus in geschlossenen Röhren den Organen zugeleitet werden. Bis dorthin, wo es seine Functionen zu erfüllen hat, darf es mit den Geweben in keinen Diffusionsverkehr kommen, da es sonst durch Abgabe und Aufnahme von Stoffen für den Ernährungszweck untauglich geworden wäre, schon ehe es den Ort seiner eigentlichen Bestimmung erreicht. Die lebende Wand der grösseren und grössten Gefässe muss daher für Flüssigkeiten ganz undurchgängig sein, wenn es diesem Leitungszweck genügen soll. Dies ist vollkommen der Fall. Die Wände der grösseren Gefässe sind so vollkommen undurchlassend für Blutbestandtheile, dass sie, die beständig von Blut durchströmt werden, noch besondere Gefässe für ihre eigene

Versorgung mit Blut bedürfen; es sind dieses die Vasa vasorum, die Blutgefässe für die Blutgefässwände, die wir bis herab zu sehr kleinen Gefässen noch nachweisen können. Ebenso ist es bei dem Herzen, das, während es fort und fort von der gesammten Blutmenge durchsetzt wird, doch eigener Gefässe bedarf, die seine Muskulatur mit dem für ihre Aktion nothwendigen Blute versorgen. Erst wenn die Gefässe den Ort ihrer directen Bestimmung in den Kapillarbezirken erreicht haben, bekommen ihre Wände die ihnen jetzt für Erfüll ihres Ernährungszweckes unerlässliche Eigenschaft, den Wechselverkehr d Blutflüssigkeit mit den Flüssigkeiten der Gewebe zu gestatten.

Diese Eigenschaft kommt den **Kapillargefässen** zu, deren Wände, selbst a Zellen entstanden, sich wie Zellenprotoplasma verhalten. Die Kapillaren si (STRICKER) Protoplasma in Röhrenform. Damit stimmt es überein, dass sie wohl bei jugendlichen als erwachsenen Individuen contractil sind. STRICKER s die Kapillaren der Froschlarven und der Nickhaut des erwachsenen Frosches s aktiv soweit verengern, dass kein Blutkörperchen mehr eintreten konnte. Es gelungen, die Grenzen der die Kapillarwandung zusammensetzenden Zellen sic bar darzustellen. Letztere sind platt, oft zackig gerandet, kernhaltig. Sie s bald mehr spindelförmig, bald mehr polygonal. Bei den feinsten Kapilla bildet nur eine einzige mit ihren eigenen Rändern sich ringförmig berühre Zelle je eine Strecke der Wand. An weiteren Gefässchen sieht man 2—4 Ze sich zu Wandbildungen vereinigen. Diese Zellen entsprechen anatomisch d Endothel der grösseren Gefässe. Man könnte also sagen, dass die Kapillaren aus Zellen, die in gewissem Sinne dem Endothel ähnlich sind, bestehen. Es b sitzen sonach alle Gefässe ein analog gebildetes Zellenrohr: Tunica inti Endothelrohr (HIS), das bei den stärkeren Gefässen noch von anderen Gew schichten aus bindegewebigen, elastischen und muskulösen Elementen umla wird: äussere Umhüllungshaut (EBERTH). Das Protoplasma ist unter gewis oben S. 132 angegebenen Bedingungen für Flüssigkeiten durchlässig. Flüssigkeitsverkehr zwischen Kapillaren und Gewebe beruht jedoch ni hierauf allein. COHNHEIM, J. ARNOLD u. A. haben in dem Endothelrohr nor kleine, bei pathologischen Zuständen (Oedem, Entzündung) sich erweiter präformirte Oeffnungen: Stomata (Stigmata) nachgewiesen, durch wel eine offene Communication zwischen Kapillareninhalt und den feinsten Ho räumen des umgebenden Gewebes (cf. Lymphgefässwurzeln und Diapedesis S.4 hergestellt wird.

An den **grösseren Gefässen** unterscheidet man drei Hauptschichten: innere, mittlere und äussere Haut. Die Tunica intima, die innerste Schi besteht aus dem Endothelrohr, welches nach aussen bei grösseren Gefässen einer bindegewebigen Lage: innere Längsfaserhaut, bekleidet ist. Den Ver ihrer Elemente deutet ihr Name an. Nun folgt eine elastische Membran, noch zur Innenfläche gerechnet wird: elastische Innenhaut. Die mittl Schicht der Gefässwand, Tunica media, wird auch als Ringfaserschi bezeichnet, da ihre Elemente vorwiegend eine quere Lage haben, die Periph des Gefässes umkreisend. Hier finden sich vor Allem die organischen Musk fasern. Auf ihrer Aussenfläche bilden elastische Elemente bei den Arterien eine ziemlich deutliche Schicht: HENLE's äussere elastische Haut. Die Tuni adventitia, die äussere Gefässhaut, hat wieder vorwiegend Längsfase

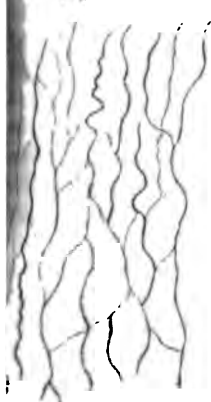
md besteht meist nur aus lockigem Bindegewebe und elastischen Faserzügen md Netzen.

Die elastischen Elemente der Gefässe zeigen sehr viel Mannigfaligkeit. Es kommen hier die bekannten feinen elastischen Fasern vor, wie sie ich sonst in dem gewöhnlichen lockigen Bindegewebe durch ihre scharfen mrisse und starkes Lichtbrechungsvermögen kennzeichnen. Oft sehen wir iese Fasern zierliche Netze bilden. In vielen Fällen sind die Fasern sehr breit eworden, die Maschenräume der Netze dagegen eng. Nimmt die Breite der asern im Verhältniss zu den Maschen noch weiter zu, so bekommt das Geflecht as Ansehen einer durchbrochenen Haut, einer gefensterten, elastischen lembran. An einzelnen Stellen verschmelzen die Fasern zu wahren, homoenen, elastischen Membranen (Fig. 110, 111).

Ueber Lymphgefässe in den Gefässen cf. oben. Mit Ausnahme der apillaren sind in der Wand aller Gefässe Nerven nachgewiesen, die sich nter der Adventitia in ein oft sehr feines Netz auflösen. Auch Ganglienzellen ommen in den gröberen Nervennetzen vor, Lehmann entdeckte sie an der Cava nferior des Frosches.

Die mittelstarken Arterien haben als allgemeine Eigenschaft eine sehr bedeutende icke der Media, die in viele regelmässige Schichten zerfällt. Bei den kleinsten Arterien unter 1—2 mm besteht die Media aus vorherrschend querlaufenden Muskelfasern. Bindegewebe nd elastische Fasern fehlen in ihr. Unter dem Epithelrohr folgt (Frey) eine gefensterte lastische Membran (Fig. 112). Je feiner die Arterien werden, desto zarter wird die Schich-

Fig. 110.



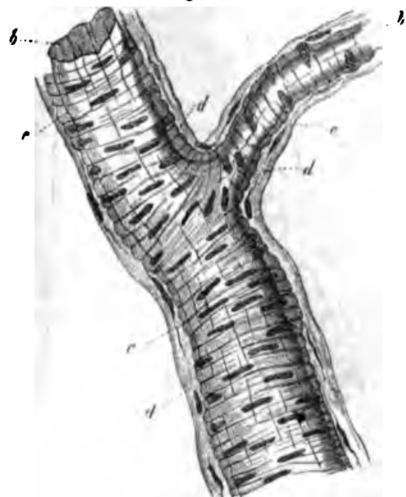
feiner elastischer Fa- aus dem Peritoneum Kindes, 350mal vergr.

Fig. 111.



Elastische Membran aus der Tunica media der Carotis des Pferdes, 350mal vergr.

Fig. 112.



Ein arterielles Stämmchen. Bei *b* die homogene, kernlose Innenschicht; *c* die aus contractilen Faserzellen gebildete mittlere; *d* die bindegewebige äussere.

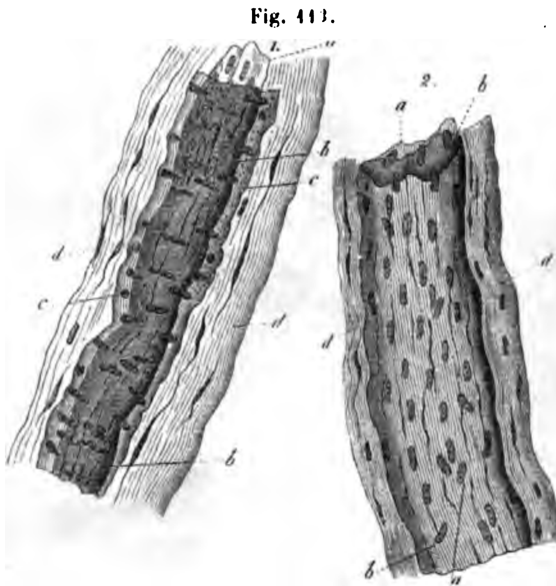
g. Noch in Gefässen von 0,15—0,02 mm Durchmesser findet sich ausser dem Epithel iigstens eine Lage contractiler Elemente. In den mittelstarken Gefässen mischen sich mit

den immer mächtiger werdenden Muskellagen elastische Netze und Bindegewebszüge,\ eine sich mehr und mehr ausbildende Schichtbildung in der Media entsteht. Die A(ist meist mächtiger als die Media entwickelt. Bei den stärksten Arterien erscheine Ringfaserhaut elastische Häute, Platten und Netze, welche in vielen, bis 50 Schichten, Muskelfasern abwechseln. Die muskulösen Elemente sind dabei relativ weit weniger als in den mittleren und kleinsten Arterien, ihre Elemente sind klein und unentwi dass sie keine bedeutenden Verkürzungen erleiden können. Die Adventitia der Arterien ist wieder weniger entwickelt, als die der mittelstarken, auch weniger scha elastische Einlagerungen abgegrenzt.

Unter den querlaufenden Muskelfasern finden sich auch in den Arterien an viele längsgerichtete. Insbesondere fand EBERTH die in ihrer Lage weniger fixirten grossen wie die der Baucheingeweide des Menschen und der Säugethiere: Arteria lienalis, un und dorsalis penis durch längsverlaufende Muskelbündel ausgezeichnet, welche n Adventitia angehören. Sie finden sich an Stellen besonders häufig, wo weniger fixi rien spitzwinkelig von einem Stamme abtreten. Hier haben sie nach EBERTH wahrs die Aufgabe, das Gefässlumen offen zu erhalten, wenn durch starke Verengerung der des Blutes behindert wird.

Die **Venen** sind im Allgemeinen dünnwandiger als die Arterien und weniger muskulösen und elastischen Elementen, daher schlaffer und weniger contractil. Am sten verschieden ist der Bau der Intima, sie zeigt wie dort ein Endothelrohr, unter di stärkeren Venen auch längsstreifige Fasern und starke elastische Netze, die aber kein lich hautartiges Ansehen bekommen. Die Venenklappen sind von der Intima überl aus der Media stammende Bindegewebslamellen, in welche auch elastische Element ten. Doch fehlen au seren Venenklappen keln. Die Media de hat verhältnissmässig elastische Fasern und als die der Arterien. sich in der Media ne querlaufenden meist längsgerichtete Mu (Fig. 113); die Ringmu Media bilden im Ni Klappe eine ansehnli dickung, über derselbe sie auf eine kurze (CADIAT). Die Media mittelstarken Venen relativ am mächtigste dieses auch bei den starken Arterien der Viel Bindegewebe mis stets mit den Musk Die Adventitia ist gew die stärkste Lage und ihrer Mächtigkeit mit d der Gefässe. Bei vielen besonders solchen de leibshöhle, finden sich auch in ihr längslaufende Muskelfaserzüge eingelagert. Die Venen zeigen keine Muskellage bis zu einem Durchmesser von 0,04 mm, wo erst querge Zellen, die den Charakter der Muskelzellen annehmen, auftreten.

Fig. 113.



Zwei stärkere Gefässe aus der Pia mater des menschlichen Gehirns. 1. Ein kleiner arterieller Stamm, 2. ein venöser; *a*, *b* Innenschicht, *c* die mittlere, *d* die äussere Gefässhaut.

Die Venen lassen sich also in **muskellose** und **muskulöse** eintheilen. Zu den rsteren sind nach Eberth zu rechnen: die Venen der Pia und Dura mater, die Breschet'schen nochenvenen, die Venen der Retina, die untersten Abschnitte der in die Cava superior einündenden Venen des Stammes, Vena jugularis interna und externa, die Vena subclavia und e Venen der mütterlichen Placenta. Die **Lungenvenen** haben **quergestreifte Muselfasern**, welche beim Menschen bis zum Lungenhilus sich erstrecken, bei kleinen Säugeieren (Maus, Fledermaus, Ratte) bis zu den feineren Zweigen (Stieda, C. Arnstein). Sie ehen mit der Herzmuskulatur in physiologischer Verbindung und ersetzen die an den Lunnvenen fehlenden Klappeneinrichtungen.

Auf die **Verschiedenheiten in der Kapillaranordnung** kommen und kamen wir bei n speciellen Beschreibungen der Gewebe zu sprechen. Im Allgemeinen gilt das Gesetz, dass ch das Kapillarnetz den Gewebselementen anpasst. In die mikroskopischen Muskel- und ervenfasern, in die Zellen- und Zellenabkömmlinge treten keine Kapillaren ein. So kommt , dass die Kapillarnetze je nach der Gestalt dieser Gewebseinheiten bald lang gestreckte, radlinig verbundene Maschen, z. B. in den Muskeln und Nerven, bald rundliche, engere ler weitere Netze darstellten. Das Netz und damit die Blutzufuhr ist im Allgemeinen um so icher, je lebhaftere Functionen der Organismus von einem Organe fordert, je lebhafter die wegung, Empfindung, Aufsaugung, Ausscheidung desselben ist. Sehr wichtig ist die Bemerng E. H. Weber's, dass im Durchschnitt die **Länge der Kapillarstrecke** zwischen terienende und Venenanfang nicht mehr beträgt, als etwa 0,4 mm, mag nun das Kapillartz eine Gestalt haben, welche es will. Es ist also die Strecke, auf welcher das Blut mit den ganen verkehrt, stets nur eine sehr kurze. Die Thätigkeit der Blutkörperchen und der utflüssigkeit ist auf einen sehr geringen Raum und auf eine sehr kurze Zeit beschränkt.

Cavernöse Gefässe bilden sich dadurch, dass sich die Gefässwand auflockert und einem schwammigen Gewebe umgebildet wird, oder indem anastomosirende Ausläufer der nd das Lumen mehr oder weniger durchsetzen. Durch zahlreiche, rasch folgende Anastoen ungleich weiter Gefässe wird das Gleiche erreicht, die ursprüngliche Gefässwand wird rch auch zu dünnen Bälkchen und Blättchen, die einen bluthaltigen Hohlraum durchen. Bei den Arterien finden sich solche Bildungen selten, häufiger bei den Venen, bei n hier und da Muskelbündel in die Balken mit eintreten. Die Bluträume sind vom othel ausgekleidet (Eberth).

Wandungslose intercelluläre Blutbahnen finden sich bei dem Menschen **thologisch** bei der **Wundheilung**. Hier entstehen nach Thiersch feinere und gröbere, dungslose Bahnen zwischen den Granulationszellen. Anfänglich treten sie als ein Netz matischer Canäle auf, in welche plasmatische Flüssigkeit aus der aufgelockerten Arteriend eintritt, die auf analoge Weise wieder in die Venen zurückkehrt. Ein kleiner Theil er Intercellulargänge wird später zu wahren Blutgefässen, deren Wand durch Verschmelg der die Blutbahn begrenzenden Zellen gebildet wird. Die Blutgefässe treten hier also ächst als Intercellularräume auf.

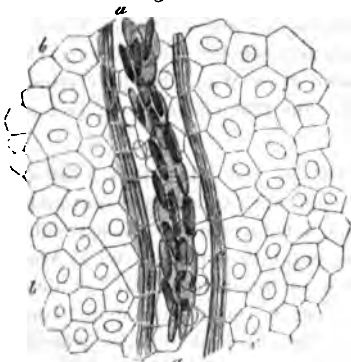
Zur Entwickelungsgeschichte. — Noch gegen Ende des ersten Brüttages leitet sich m Hühnchen die Bildung der Blutgefässe und des Blutes ein, am zweiten Tage sind erstere Röhren, das Blut selbst mit rother Farbe erkennbar. Die neu entstandenen Gefässe bilden dichtes, einschichtiges, engmaschiges Netz, an welchem ein Unterschied zwischen Aesten l Zweigen, abgesehen von der breiten Randvene, nicht wahrzunehmen ist. In diesem tze springen rothgefärbte Stellen in die Augen: **Blutinseln** von verschiedener Form: ndlich, länglich, ästig, ja netzförmig. Die Blutinseln bestehen aus Anhäufungen gefärbter, eliger Zellen, welche theils fest im Parenchym eingeschlossen, theils einseitig an der Wand Gefässanlagen sitzen, welche eben wegsam zu werden beginnen. Die Gefässanlagen beben nach Remak, Kölliker u. A. primär aus soliden strangförmigen Bildungen im Mesoderm Area vasculosa, welche nachträglich hohl werden und die **Endothelröhren der Blutfässe** bilden. Götte glaubte dagegen, dass die Blutgefässe aus Lücken im Mesoderm

hervorgehen, in welche Zellen vom Keimwulst aus einwandern und sich zu Blutzellen gestalten. Seitlich an der Wandung der neu entstandenen Blutgefässhohlräume zeigen sich in unregelmässiger Lagerung reichliche Zellenanhäufungen, Verdickungen, Knotenpunkte, welche zuerst gelb, dann entschieden roth werden und dann die erwähnten Blutinseln oder Blutpunkte darstellen; sie sind nach KÖLLIKER integrirende Theile der Gefässwand. Die gefärbten Zellen werden in der Folge zu rothen Blutzellen, lockern sich und treten alle in die Gefässröhren ein, die schon vorher ein helleres Plasma enthalten. Die Blutpunkte verschwinden, nachdem ihre gefärbten Zellen alle in die Blutbahn gelangt sind. Die Bildung der rothen Blutzellen findet sonach im Mesoderm der Area vasculosa und in der hintersten Gegend der Area pellucida statt. KÖLLIKER hält es für ausgemacht, dass die eigentliche Embryonanlage selbst sich bei der ersten Blutzellenbildung nicht betheilige, das Herz enthält nach v. BÄR zur Zeit seiner ersten Pulsationen nur eine farblose Flüssigkeit. Auch die ersten Blutgefässe bilden sich an den für die primitive Bildung der Blutzellen angegebenen Stellen; in der eigentlichen Embryonalanlage soll, abgesehen vom Herzen, gar keine selbständige Gefässbildung auftreten; die Gefässe entstehen aber als Sprossen der beschriebenen primitiven Gefässe (HIS); sie bilden zuerst solide dünne Stränge von eckigen oder spindelförmigen Zellen, verbinden sich netzförmig und werden von den primitiven Gefässen aus hohl.

Ganz anders gestaltet sich der Vorgang der embryonalen Gefässbildung nach STRICKER und AFFANASIEFF im Anschluss an die älteren Angaben von C. F. WOLFF und PANDER und im Gegensatz gegen REMAK. Im Beginne des zweiten Brüttags sehen sie in dem mittleren Keimblatt der Hühneranlage isolirte Zellen, welche sich zu grösseren Blasen ausbilden. In diesen Zellenblasen entstehen entweder durch einfache endogene Zellenbildung oder durch eine Art innerer Knospung (KLEIN) die embryonalen kernhaltigen Blutkörperchen. Die Wände solcher aus Protoplasma bestehenden Blasen wachsen zu soliden, später hohlwerdenden Sprossen aus, mit denen sie unter einander in Communication treten und dadurch die Anlage des Gefässnetzes bilden. Die Complicationen, welche später die einzelnen Abschnitte des Gefässsystems zeigen, entstammen secundären Processen an der Aussenwand der ursprünglich überall aus einem soliden Protoplasmarohre bestehenden Gefässanlage. Auch die Kittsubstanzstreifen der Endothelien der Gefässe hält STRICKER für spätere Differenzirungen.

Der Blutkreislauf unter dem Mikroskop.

Fig. 114.



Der Blutstrom in der Schwimmhaut des Frosches nach WAGNER. a Das Gefäss; b die Epithelialzellen des Gewebes.

Wie wir die Bewegungen des Herzens am lebenden Organe mit freiem Auge beobachten konnten, so bringt uns das Mikroskop das Phänomen des Kreislaufes und der Blutbewegung direct zur Anschauung. Die Beobachtung desselben an den durchsichtigen Schwänzen von Froschlarven, an den Schwimmhäuten der Frösche oder an dem Mensenterium kleiner, durch Aether betäubter Säugethiere gehört zu den interessantesten Schauspielen, die uns die mikroskopische Beobachtung vorführen kann (Fig. 114). Ueber manche Einzelheiten des Kreislaufes erhalten wir damit sogleich eine deutliche Anschauung. Wenn wir einen grösseren Gefässbezirk mit einem Male überblicken, so zeigen sich sehr bedeutende Unterschiede in der Geschwindigkeit der

Blutbewegung in den verschiedenen Gefässchen. In einigen erblicken wir die rothen Blutkörperchen, deren Fortrollen uns den Strömungsvorgang anschaulich macht, wie wir die Strömung eines Flusses auch nach den in ihm schwimmenden Gegenständen bemessen, scheinbar mit grosser Raschheit durchgerissen. Diese Gefässe sehen wir sich spalten, in feinere Zweige sich auflösen, die sich endlich als wahre Kapillaren erweisen. Ihre Weite bietet nur noch für ein einziges Blutkörperchen Platz, so dass eines hinter dem anderen hindurchfliessen muss. Die Gefässe mit rascher Strömung sind Arterien, die vom Herzen her das Blut zu den Kapillaren führen. Die Venen lassen sich ebenso an der Richtung der Strömung erkennen, welche von den Kapillaren nach den Zweigen und Stämmchen führt. Dabei ist in ihnen die Blutgeschwindigkeit auffallend viel geringer und die Farbe des Blutes gesättigter, dunkler. Auch in den verschiedenen Kapillaren ist die Geschwindigkeit nicht ganz gleich. Man kann auf ine einfache Weise die Geschwindigkeit messen, wenn man unter dem Mikroskop mit einer Oculartheilung den Weg bestimmt, den ein Blutkörperchen ährend der Zeiteinheit einer Secunde zurücklegt. Durch die mikroskopische rgrösserung erscheint der Raum, der durchlaufen wird, natürlich auch mit rgrössert, und damit die Geschwindigkeit. E. H. Weber bestimmte ihn im rchschnitt etwa zu 0,4 mm oder etwas mehr in den Kapillaren von Froschvenschwänzen, so dass also jedes Blutkörperchen etwa in der Zeit einer Secunde seinen Kapillarraum durchlaufen hat (S. 469).

Noch andere Bewegungserscheinungen lassen sich wahrnehmen. In den einsten Arterien und Venen sowie in den Kapillaren zeigt sich die Strömung s Blutes ununterbrochen, gleichmässig. Nur in etwas stärkeren Arterienweigen lässt sich eine Spur des Pulses nachweisen. Seine Kraft ist also in den insten Arterien durch die Widerstände schon verzehrt. Von dem Durchzwängen der Blutkörperchen durch Kapillaren, welche enger sind, als der Durchmesser der Blutkörperchen, von ihren Umbiegungen an scharfen Theilungswinkeln der Gefässe, von ihren passiven Gestaltsveränderungen etc. war schon e Rede (S. 389). In grösseren Gefässen schwimmen die rothen Blutkörperchen cht in regelmässigen Abständen etwa reihenweise hinter und neben einander; n sieht sie vielmehr im bunten Tanz durch einander rollen. In etwas grösseren Gefässen sieht man mit voller Deutlichkeit, dass die rothen Blutkörperchen ch in der Mitte des Gefässes strömen, ohne dass eines die Wand berührte; jener schleichen langsam rollend weisse Blutkörperchen in einer farblosen asmaschicht hin. Es erscheint die Strömung in der Axe des Gefässes lebhafter, als an den Wandungen; man unterscheidet danach einen rasch fliessenden A x e n s t r o m und einen langsameren W a n d s t r o m. Man ist, wie unten zeigt werden soll, auch im Stande, den Blutlauf in den Kapillaren der eigenen etzhaut zu beobachten. — Der Durchmesser der Kapillaren beträgt durchschnittlich etwa 0,02 — 0,008 mm, bei den engsten nur 0,005 mm. C. Hüter eobachtete am Menschen den Blutkreislauf mit dem Mikroskop an der inneren chleimhautfläche der Unterlippe: C h e i l o - a n g i o s c o p i e.

Malpighi war der Erste, welcher das Strömen des Blutes in den Kapillaren irect beobachtete und damit die Entdeckung des Blutkreislaufes vollendete.

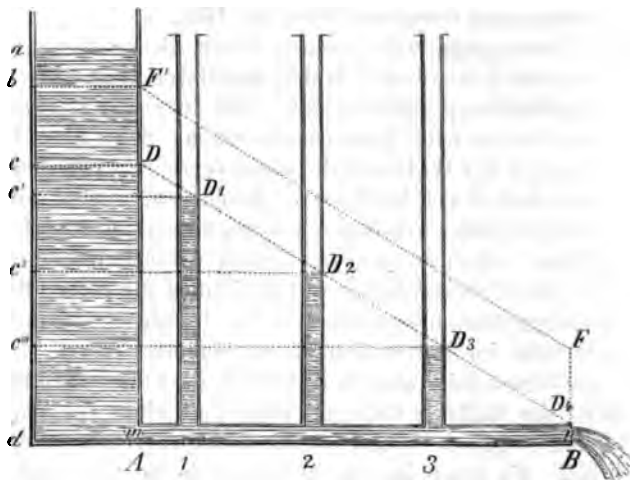
Flüssigkeitsbewegung in starren Röhren.

Die Gesetze der Flüssigkeitsbewegung in starren Röhren, soweit sie für die Ph von Bedeutung sind, ergeben sich aus den Untersuchungen von E. H. WEBER, V JACOBSON, POISEUILLE u. A.; wir setzen sie als aus der Physik bekannt voraus.

Eine Reihe von Erscheinungen treten bei continuirlichem Strome, wie in den Blutgefässen findet, im elastischen Rohre ebenso wie in einem starrwandige Unter einem gleichbleibenden Druck, wie er annähernd in den kleinen Arterien, K und Venen herrscht, ist, abgesehen von der Eigencontraction der Gefässe und K die Wandausdehnung eine konstante. Man könnte, wenn man denselben Druck wie stellen würde, ohne eine wesentliche Veränderung der hydraulischen Verhältnisse, s dige Röhren von der gleichen Weite an Stelle der elastischen eingesetzt denken. Au Arterien können wir unter Umständen und für eine bedeutende Anzahl von Fragen periodischen Druckschwankungen absehen. Halten wir uns an den mittleren Druc auch für sie das oben von den anderen Gefässen Gesagte.

In einer cylindrischen Röhre von gleichbleibendem Caliber fliesst bei gleichbl bewegender Kraft die Flüssigkeit durch jeden Querschnitt mit gleicher Geschwi Mündet die Röhre frei an der Luft, so nimmt der Druck der Flüssigkeit D gegen die W welche durch eingesetzte Manometer gemessen werden kann (Fig. 115 D, D_1 — D_4

Fig. 115.



mässig bis zu o = Atmosphärendruck ab: Gefälle. Die Druckhöhe in den Manon der Summe der Widerstände entsprechend, welche der Strom der Flüssigkeit von d an welcher das Manometer befestigt ist, bis zur freien Ausflussstelle noch zu übe hat. Diese Widerstände gipfeln in der inneren Reibung der Flüssigkeitst POISEUILLE und JACOBSON constatirten, dass, analog den Beobachtungen am Blutstro dem Mikroskop, bei Röhren von einigen Millimetern Weite, aber auch bei Kapillar der Voraussetzung, dass die Röhrenwand von der strömenden Flüssigkeit benetzt w Strömung nicht für alle Schichten der Flüssigkeit gleichmässig vor sich geht. Den uns die strömende Flüssigkeit in der Röhre um eine mittlere Axe in Cylinderschalen gelegt, so bewegt sich der Axenfaden am geschwindesten, die ihn umlagernden Flüs cylinder von der Mitte der Röhre gegen die Wand zu mit abnehmender Geschwindig Flüssigkeitsschicht, welche die Wand benetzt, soll in vollkommener Ruhe verhar

schieben sich also die Flüssigkeitstheilchen mit verschiedener Geschwindigkeit an einander vorbei, wobei ein beständiges Trennen und Losreissen der an einander vorbei passirenden Theilchen stattfindet, wozu Kraft verbraucht wird. Dieser Kraftverbrauch entspricht dem inneren Widerstand. Mit der grösseren oder geringeren Cohäsion (Zähigkeit) der Flüssigkeitstheilchen zu einander steigt und fällt der innere Widerstand, Erwärmung z. B. vermindert daher den letzteren. Die Weite der Röhre, die grössere oder geringere Geschwindigkeit der Strömung sind, wie sich a priori ergibt, ebenso von Einfluss auf den zu überwindenden Widerstand. Je weiter die Röhre, desto geringer, je rascher die Strömung, desto grösser der Widerstand. Bei einem **konstanten Strom** fliesst in der gleichen Zeit durch jeden Querschnitt der Röhre die gleiche Flüssigkeitsmenge. Hat die Röhre, wie bei der Blutbahn, an verschiedenen Stellen verschiedene Weite, so strömt die Flüssigkeit daher in den weiteren Abschnitten langsamer, in den engeren rascher, im Allgemeinen ist hiebei also die Stromgeschwindigkeit umgekehrt proportional der Querschnittsgrösse des betreffenden Röhrenabschnitts. Auch der Druck nimmt an diesen Differenzen entsprechenden Antheil.

Hat der Strom an verschiedenen Stellen ungleiche Geschwindigkeiten, so bezeichnet man seine **mittlere Geschwindigkeit** diejenige, welche an allen Stellen der Bahn gleichmässig herrschen müsste, wenn in der Zeiteinheit ebenso viel Flüssigkeit die Strombahn passiren sollte, als ihn, bei der ungleichen Geschwindigkeit an verschiedenen Stellen, wirklich passirt. Das Maass der mittleren Geschwindigkeit ist die in der Zeiteinheit aus der Querschnittseinheit ausgeflossene Flüssigkeitsmenge. Die mittlere Geschwindigkeit ist der in der Zeiteinheit ausgeflossenen Flüssigkeitsmenge = Gesammtstromstärke einfach proportional. Um die mittlere Geschwindigkeit zu finden, dividirt man die in Volumeneinheiten ausgedrückte ausgeflossene Flüssigkeitsmenge mit der Anzahl der Zeiteinheiten der Ausflusszeit und durch die Anzahl der Flächeneinheiten des Röhrenquerschnitts. Ist beispielsweise die in 10 Secunden ausgeflossene Flüssigkeitsmenge = 8000 Kubikmillimeter, der Röhrenquerschnitt = 4 □mm, so ist die mittlere Stromgeschwindigkeit = 200 mm in der Secunde.

Es erscheint die mittlere Geschwindigkeit als das Produkt aus **drei Faktoren**: Röhrenquerschnitt, Gefälle und einem, je nach der verschiedenen Natur der untersuchten Flüssigkeit wechselnden, für eine Flüssigkeit in bestimmtem Zustande **konstanten Coefficienten**, der dem oben angedeuteten Vorgang der **inneren Reibung umgekehrt proportional** ist. **Die mittlere Geschwindigkeit** ist für dieselbe Flüssigkeit in dem gleichen Zustande **proportional dem Flächenraum des Röhrenquerschnitts und dem Gefälle**: Poiseuille'sches Gesetz.

Jacobson hat mit einem sorgfältig gearbeiteten Apparat den Einfluss untersucht, den das Oeffnen eines **Zweigrohres** an dem primären Ausflussrohr ausübt. Es ergibt sich, dass, wenn der Strom unter der Einwirkung des gleichbleibenden Druckes in der unverzweigten Röhre eine gleichmässige Geschwindigkeit angenommen hatte, diese Geschwindigkeit etwas **vergrössert** wurde, wenn man einen Seitenzweig zu dem primären Ausflussrohr eröffnete. Die vermehrte Geschwindigkeit gibt sich dadurch zu erkennen, dass aus den beiden Oeffnungen in der gleichen Zeit mehr Wasser ausfliesst, als aus der zuerst allein offenen einzigen. Der Winkel, unter welchem der Strom abgezweigt wird, übt keinen Einfluss auf diese Strombeschleunigung aus. Winkelbeugungen der Ausflussröhre zeigen überhaupt auf die Strombewegung wenig Einwirkung. Krümmt man die zuerst geradgestreckte Ausflussröhre knieförmig, so tritt nur ein geringer Verlust an Kraft und dadurch Verlangsamung des Stromes ein. Bildet der eine Zweigstrom die Verlängerung des Stammstromes, und geht der andere Zweig von der Hauptrichtung unter spitzem, rechtem oder stumpfem Winkel ab, so fliesst von der gesammten Wassermasse um so mehr durch den die Verlängerung des Stammstroms bildenden Stromzweig, je grösser der Winkel ist, unter welchem der andere Seitenstrom sich abzweigt. Das Verhältniss der mittleren Geschwindigkeiten in beiden Zweigströmen ist also je nach der Grösse des Verzweigungswinkels ein verschiedenes. Nennen wir die Geschwindigkeit in dem Stromzweig, der die Hauptrichtung beibehält, $= v_1$, die in dem winkelig ab-

gehenden Stromzweig $= v_2$, so ist das Verhältniss $\frac{v_2}{v_1}$ nach den Untersuchungen JACOBSON's für einen Abzweigungswinkel von $30^0 = 0{,}782$, für $45^0 = 0{,}749$, für $90^0 = 0{,}615$, für $135^0 = 0{,}57$, für $150^0 = 0{,}564$.

POISEUILLE und GRAHAM haben den Einfluss, welchen die Cohäsion der Flüssigkeit auf die Strömungsgeschwindigkeit ausübt, näher untersucht. Sie fanden, dass wässerige Lösungen von alkalischen Salzen durch enge Röhren (Kapillaren) schneller fliessen, als Wasser, dagegen vermehren Zusätze von gewissen Säuren und Alkohol zum Wasser seinen inneren Reibungswiderstand. Die innere Reibung ist bei Serum etwa doppelt, bei Blut etwa sechs mal so gross, als bei Wasser. In Krankheiten, bei welchen z. B. durch Abnahme des Wassergehaltes das Blut dickflüssiger wird, wird diese Grösse sich wesentlich ändern können und damit den Widerstand, die innere Reibung, vermehren oder im umgekehrten Falle vermindern, was auf die ganzen Circulationsverhältnisse von Einfluss sein wird.

Zur Berechnung hat man sich zu erinnern, dass der Umfang einer kreisrunden Röhre, die den Durchmesser d hat $= 3{,}14 d$ ist; der Querschnitt, das Lumen der Röhre, ist dann $= \frac{3{,}14}{4} d^2$. Das Gefälle D ist $= h - f$, d. h. derjenige Theil der gesammten Bewegungskraft der strömenden Flüssigkeit, welche durch die Gesammtwiderstände verbraucht wird. In unserer Fig. 115 ist die Bewegungskraft repräsentirt durch die Höhe bd der Flüssigkeit in dem Druckgefäss; $bd = h$; $bc = D$; $cd = f$; $h = f + D$; $f =$ Geschwindigkeitshöhe, $D =$ Widerstandshöhe. D (Druck) wird an den verschiedenen Röhrenstellen direct durch eingesetzte Manometer gemessen.

Für die **Strömung durch Kapillarröhrchen** fand POISEUILLE folgende Sätze:

Alles andere gleichgesetzt sind

1) die Ausflussmengen proportional den Drucken;
2) die zum Ausfluss gleicher Flüssigkeitsmengen nöthigen Zeiten proportional den Längen der Röhrchen;
3) dagegen verhalten sich die Produkte des Ausflusses wie die vierten Potenzen der Röhrchendurchmesser;
4) die Stromgeschwindigkeiten sind den Druckhöhen und Quadraten der Durchmesser direct, der Länge der Röhrchen umgekehrt proportional;
5) die Widerstände sind den Stromgeschwindigkeiten direct proportional.

Flüssigkeitsbewegung in elastischen Röhren.

Fliesst in einer elastischen Röhre ein Flüssigkeitsstrom unter konstantem Drucke, so setzt sich die Wandelasticität mit dem Drucke des Inhaltes bald ins Gleichgewicht gesetzt; die Ausdehnung der Wandung, der Querschnitt der Röhrenlichtung bleibt von da an konstant, die Bedingungen der Flüssigkeitsbewegung sind die gleichen wie in starrwandigen Röhren. Anders verhält es sich, wenn der Druck in dem elastischen Rohre von Zeit zu Zeit dadurch unregelmässig gemacht wird, dass Flüssigkeit in die schon gefüllte Röhre mit einer bestimmten Kraft und Geschwindigkeit eingepresst wird. Es ist dieses der Fall, welcher sich bei den elastischen, blutgefüllten Arterienröhren findet. Es entsteht durch das Einpressen eine durch das elastische Rohr hinschreitende Welle.

Diese Welle — Pulswelle der Arterien — zeigt eine Verschiedenheit von den Wellenbewegungen des Aethers, der Luft und eines ruhigen, grossen Wasserspiegels, der durch einen hereinfallenden Stein in Wellenkreisen bewegt wird. In den letztgenannten Fällen besteht die Welle nur in der Fortpflanzung eines Bewegungsvorganges, ohne dass die bewegten materiellen Theilchen am Ende ihrer Bewegung ihren Ort verlassen hätten. Die Welle erzeugt dort in sich geschlossene Kreisbewegungen der Flüssigkeitstheilchen. Die Wellenbewegung in unserem elastischen Rohre ist dagegen mit einer Ortsverrückung der

bewegten Flüssigkeitstheilchen im Sinne der Wellenbewegung verbunden, sie ist nach der Bezeichnung E. H. Weber's, dessen Studien über Wellenbewegung in jedem physikalischen Lehrbuche abgedruckt zu finden sind, eine Bergwelle. Nachdem die Welle den Schlauch durchlaufen hat und das Gleichgewicht wieder hergestellt ist, sind die sämmtlichen Flüssigkeitstheilchen nach der Richtung der Wellenbewegung um eine gewisse Strecke fortgeschoben. Den entgegengesetzten Vorgang nennt man Thalwelle. Doch ist die Vorwärtsbewegung, welche die Theilchen durch die Wellenbewegung erleiden, nur eine geringe, und die Fortpflanzung der Bewegung von einem Theilchen auf das nächstliegende Nachbartheilchen geschieht ebenso wie bei den erstgenannten Wellen. Es verläuft also die Welle durch die Flüssigkeit hin und dehnt die elastische Wandung in fortschreitender Weise aus, ohne dass wir uns vorstellen dürften, es entspräche diesem Fortschreiten der Welle ein ebenso grosses Fortschreiten der Flüssigkeitstheilchen. Letztere kehren, nachdem sie durch die Wellenbewegung aus ihrer Ruhelage gestossen wurden, zwar nicht vollkommen, aber nahezu wieder in diese zurück.

Bei dem rhythmischen Einpressen in die schon gefüllte elastische Röhre wird die Welle dadurch fortgepflanzt, dass die Flüssigkeit die Röhrenwand in einer gewissen Strecke ausdehnt und spannt. Der gespannte Theil der Wand bewegt nun die Flüssigkeit vorwärts, indem er auf sie drückt und dadurch wieder eine Ausdehnung der nächst vorderen Abtheilung der Röhre hervorbringt, da ein Ausweichen der Flüssigkeit nach rückwärts (durch den Klappenschluss beider Arterien) ausgeschlossen ist. Die elastische Wand presst auf ihren unzusammendrückbaren flüssigen Inhalt so, dass der Druck in der Richtung des Stromes vorschreitet. Sie zwingt dadurch die Flüssigkeit, etwas nach vorwärts auszuweichen und das nächstfolgende Röhrenstück auszudehnen. So läuft die Ausdehnung über die ganze elastische Röhre hin, wobei sich die hinter dem eben ausgedehnten liegenden Röhrenabschnitte wieder verengern. Es ist daraus klar, dass die Ausdehnung, welche die Röhre durch das rhythmische Einpressen von Flüssigkeit erleidet, keine überall gleichzeitige sein kann. Die Welle bedarf einer messbaren Zeit, um sich über eine Röhre zu verbreiten. An einem sehr elastischen Rohre fand E. H. Weber die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle zu 11472 mm in der Secunde. Eine grössere oder geringere Spannung beeinflusst, wenn das elastische Rohr nur überhaupt von der Flüssigkeit gespannt ist, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit nur wenig. Bergwellen und Thalwellen scheinen mit derselben Geschwindigkeit fortzuschreiten. Die Verschiedenheit der Kraft, mit welcher die Welle erzeugt wurde, scheint ebenso wenig ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit zu beeinflussen. Bei Drucksteigerung verlängern und erweitern sich elastische Röhren, die Verlängerung ist etwa um 6 mal kleiner, als die Erweiterung. Bei starker Spannung der Röhre verschwindet die Wellenbewegung schneller, als bei schwacher Spannung. An mit Wasser mässig gefüllten Därmen sieht man mit blossem Auge die langsamen Wellen laufen, reflectirt werden, Interferenzen bilden etc. Schaltet man an einer Stelle ein gleichweites Glasrohr ein und hat man in der Flüssigkeit Staubtheilchen (Kohle) suspendirt, so kann man an ihnen die Bewegung der die Stelle bildenden Wassertheilchen studiren. Man darf aber nicht ohne Weiteres die an Därmen beobachteten Erscheinungen auf die wesentlich anders gebauten Arterien übertragen.

Weber's Kreislaufsschema. — Eigenthümlich werden die Bewegungsverhältnisse der Flüssigkeiten in einem geschlossenen elastischen Röhrencirkel, in welchem wie bei dem natürlichen Kreislaufe an einer Stelle ein grosser Widerstand gegen die Bewegung, an einer anderen ein Pumpwerk angebracht ist, welches aus dem einen Röhrenabschnitt in regelmässigem Rhythmus Flüssigkeit herausschöpft, um sie in den anderen Abschnitt des Röhrencirkels einzupressen.

E. H. Weber hat diese Versuchsbedingungen in seinem Kreislaufsschema verwirklicht. Das Pumpwerk ist eine elastische Röhre, an deren beiden Enden Darmstücke in der Weise der Herzklappen mit Fäden befestigt sind, so dass sie die Flüssigkeitsbewegung, die durch Kompression der elastischen Röhre hervorgebracht wird, nur in einer Richtung gestatten. Mit diesem künstlichen Herzen steht ein elastischer Röhrencirkel in Verbindung, in

dessen Mitte, dem Herzen entgegengesetzt, ein Schwamm eingeschoben ist, der den Strom a das Vielfältigste verzweigt und dadurch eine Analogie mit dem Kapillarsysteme herstell Setzen wir die Pumpe in Thätigkeit, nachdem das ganze Röhrensystem unter einem bestim ten Drucke gefüllt wurde, der in allen Röhrenabschnitten überall die gleiche Druckgrös hervorbrachte, so sehen wir nun Druckschwankungen in dem Systeme eintreten. In jen Abschnitt desselben, welchem eine bestimmte Flüssigkeitsmenge entzogen wurde, sinkt d Druck; in dem anderen, dem sie zugeführt wurde, sehen wir ihn dagegen entsprechend st gen. Zunächst erweitert sich unter dem ansteigenden Druck das Anfangsstück der Rö und die Flüssigkeit fliesst hier mit grösserer Geschwindigkeit. Lassen wir die Pumpe na dieser ersten Bewegung ruhen, so wird sich langsam die Gleichheit des Druckes wieder h stellen, indem ebenso viel Flüssigkeit durch die Lücken des Schwammes in den Röhrenth in welchem ein geringerer Druck herrscht, zurückströmt, als aus diesem entzogen war. Wi derholen wir aber das Pumpen früher, als der Druck sich ausgeglichen hat, früher also, als Aequivalent der ausgepumpten Flüssigkeitsmenge den Schwamm durchsetzen konnte, so w die Druckdifferenz in beiden Abschnitten im gleichen Sinne noch gesteigert. Der erhöhte Dr muss nun die Flüssigkeitsbewegung in dem ganzen Systeme **beschleunigen**. Lassen w das Pumpen rasch, mit gleicher Kraft, rhythmisch erfolgen, so dass jede Pumpenbeweg eine gleiche Flüssigkeitsmenge überpumpt, so muss ein Zeitpunkt eintreten, in welchem d Druck in dem zweiten Abschnitte genau so hoch gesteigert ist, dass in der Ruhepause der Pu ebenso viel Flüssigkeit aus diesem Abschnitt in den ersten zurückströmt, als diesem du eine Pumpenbewegung entzogen wurde. Nun haben wir in dem Systeme einen **konstant Strom**, welcher der Blutbewegung analog ist, hervorgebracht, und zwar durch den ge gerten Druck in dem zweiten Röhrenabschnitte, der dem arteriellen Systeme des Blutkreis entspricht. Dem hohen Drucke in diesem (dem arteriellen) correspondirt ein entsprech geringer in dem anderen (venösen) Röhrensystemtheile. Der Druck wechselt dabei in d weiten Röhrenabschnitten natürlich beständig etwas, er nimmt auf der einen Seite wäh der Pumpenbewegung zu, während ihrer Ruhe ab, umgekehrt verhält er sich auf der and Seite des Systems.

Die Blutbewegung.

Nach den Vorgängen, wie sie bei dem Strömen von Flüssigkeiten in star und elastischen Röhren eintreten, erklären sich die Erscheinungen bei Beoba tung des Kreislaufs unter dem Mikroskop, ebenso der grösste Theil der Bew gungen des Blutes in den weiteren Gefässen. Die Langsamkeit des Wandstro in den Kapillaren entspricht vollkommen dem, was wir über die Flüssigkei bewegung in engen Röhren auch sonst beobachten. Warum die specifisch lei teren weissen Blutkörperchen im Randstrom schwimmen, ist dagegen nicht g klar. E. H. Weber hat mit Hülfe der weissen Blutkörperchen die Geschwind keit des Wandstromes in den Kapillaren des Frosches gemessen, er fand sie me als zehnmal geringer, als die des Axenstromes, im Mittel in zwei Beobachtun reihen zwischen 0,032 und 0,059 mm in der Secunde. Das Rollen der fliess den Blutkörperchen auf ihrer Bahn zeigt uns eine directe Wirkung der versch denen Geschwindigkeit in den concentrischen Flüssigkeitsschichten des Gefäss

Die Blutgefässe mit dem Herzen bilden ein in sich geschlossenes Syst elastischer, jedoch mit eigener Contractilität begabter Röhren. Wenn die G sammtmasse des Blutes in dem Gefässsystem gleichmässig vertheilt ist, so ste wie man behauptet, das Blut immer noch unter einem gewissen, gerin Druck, der beweist, dass die Blutmenge etwas grösser ist, als dem natürlic Gesammt-Gefässlumen entspricht; die Gefässwände werden etwas ausgedehn

em Systeme gefüllter elastischer Röhren wird nun dadurch ein Druckchied an verschiedenen Stellen hervorgebracht, dass durch das Herz in nen Röhrenabschnitt eine bestimmte Flüssigkeitsmenge eingepresst wird, s einem anderen Röhrenabschnitt entnommen wurde. Die elastischen e des Systemes reichen für sich aus, diese Ungleichmässigkeit der ;keitsvertheilung und damit den Druckunterschied wieder auszugleichen. er stärker gespannten Stelle entsteht eine Strömung zu der weniger geten, bis die Ausgleichung geschehen ist. Es leuchtet ein, dass diese Strö-um so langsamer gehen muss, je grösser die Widerstände sind, die der gkeitsbewegung entgegenstehen. In einem Systeme gleichmässig weiter n wird sie viel rascher geschehen, als in dem Blutgefässsystem, in welzwischen den relativ weiten Gefässen eine grosse Anzahl sehr enger, beıden Widerstand bietender Haarröhrchen eingeschaltet sind. An dem eiben der Blutmasse betheiligt sich nach den Entdeckungen A. v. Bezold's auch die Contractilität wenigstens der engeren Arterienzweige, e das Blut aktiv in die Kapillarverzweigungen einpresst.

lan darf sich, wie aus dem eben Gesagten hervorgeht, die Herzbewenicht als den alleinigen Grund des Blutlaufes in den Gefässen vorstellen. ıikroskopische Beobachtung zeigte uns schon, dass zu einem Durchpressen lutes durch die Adern die Pumpkraft des Herzens offenbar nicht ausreicht. n kleinsten Gefässen, in Arterien, Venen und Kapillaren findet sich nämin konstanter, gleichmässiger Strom, der nicht mehr von der Herzbewerhythmisch beschleunigt wird, auch in den grösseren Venen sehen wir lbe. Anders ist es in den grösseren Arterien, in denen wir die rhythmische :hwankung durch die Herzcontractionen beobachteten. Es liegt auf der , dass, wenn die Herzpulsation der alleinige Grund der Blutbewegung diese in allen Gefässen, nicht nur in den Arterien, einen rhythmischen kter entsprechend der rhythmischen Herzbewegung besitzen müsste. Die che der Blutbewegung ist in Wahrheit im letzten Grunde t sowohl in der Herzcontraction, sondern in dem bedeuen Druckunterschiede zu suchen, der sich, abgesehen von ktiven Arteriencontractilität v. Bezold's, in Folge des beständigen Einens von Flüssigkeit aus der venösen in die arterielle Hälfte des Gefässnes, zwischen den Venen und Arterien zu Gunsten der eren findet. Man hat diesen Druckunterschied in den Gefässen direct mt. Man kann denselben schon durch das Betasten der Gefässe beurtheivobei sich die Arterien prall gefüllt, die Venen schlaff anfühlen. Wenn ine Oeffnung in eine grössere Arterie macht, so spritzt das in ihr unter ı Druck befindliche Blut in mächtigem, mehrere Fuss hohem Strahle herwährend es aus den Venen nur herausfliesst ohne nennenswerthe Steigung. ndet man mit einer Oeffnung in der Gefässwand ein Rohr (Manometer), so man, wie die Hydraulik lehrt, aus dem Steigen der Flüssigkeit in der den Druck erkennen, der in dem Gefässe herrscht. Lässt man das Blut in das senkrechte Manometerrohr hereinsteigen, so erreicht es darin eine ıtende Höhe, die man messen kann. Hales hat die ersten Bestimmungen rt ausgeführt. Er band eine Glasröhre in eine Arterie und mass die Höhe, ı welcher das Blut in der senkrecht stehenden Röhre anstieg. Beim Pferde

betrug die Ansteigung 2,5 — 3,1 und mehr Meter. **Gewöhnlich benutzt man** Haemodynamometer ein Quecksilbermanometer und lässt die Quecksilb säule desselben durch das Einströmen des Blutes heben. **Man misst dann** unter dem Blutdruck zu Stande gekommene Quecksilbersäulenerhebung u bezeichnet sie als Blutdruck in Millimetern Quecksilber (POISEUILLE). In d Arterien ist der Blutdruck, da die Widerstände in den weiteren Röhren geg die in den Kapillaren fast verschwinden, überall sehr ähnlich, doch wird selbstverständlich gegen die Zweige zu geringer. In der Aorta schätzt m den Blutdruck zu 250 mm Quecksilber = 3 m Blut. Der Blutdruck nimmt n VOLKMANN in den Arterien vom Herzen abwärts stetig ab. In der Art brachialis des Menschen hat ihn FAIVRE zu 110 — 120 mm Quecksilber dir bestimmt. Durch Multiplikation der Quecksilbersäulenerhebung mit etwa 1 erhält man den Druck ausgedrückt in Blutsäulenhöhe. Der mittlere Druck trägt nach POISEUILLE, VOLKMANN, LUDWIG u. v. A. beim Pferd 280, Hund 1 Kaninchen 70 — 100 mm Quecksilber in der Carotis und Cruralis. Bei Fisch fand man 18 — 40, bei Fröschen 25 mm in den zugänglichen Arterien. In d Kapillaren lässt er sich nicht direct messen, er wird sich nach der veränd lichen Weite der Kapillaren verändern können. Er steigt und fällt in ihnen dem allgemeinen Blutdruck, ist aber jedenfalls immer nur sehr gering. BEUT fand den Druck in der Lungenarterie etwa dreimal geringer, als in der Ao In den Venen dagegen ist er noch viel kleiner, in den grossen, dem Her sich nähernden wird er = 0, endlich sogar negativ.

Dieser bedeutende Druckunterschied ist für sich im Stande, den Bluts aus den Arterien in die Venen durch das Kapillarsystem hindurch noch zu terhalten, wenn das Herz plötzlich seine Thätigkeit einstellt, z. B. auf Va reizung. Nach und nach erst stellt sich ein zwar nie vollkommenes, aber näherndes Gleichgewicht des Druckes in den beiden Gefässabschnitten ein, die Blutbewegung hört auf. Beginnt das Herz nun seine Thätigkeit nach getretener Ruhe wieder, so wird dadurch der Kreislauf in alter Weise

[redacted]

contraction verursacht, in einen continuirlichen Strom um, wie er den dürfnissen des höheren animalen Organismus und seiner Gewebe entspricht, welchen ohne Störung ihrer Functionen keinen Augenblick die Blutbewe-ung unterbrochen werden darf. E. H. Weber vergleicht die Arterien mit der indlade einer Orgel, welche die Aufgabe hat, die von den Bälgen in sie ein-pumpte Luft in sich anzuhäufen und diese dann unter einem hohen und gleich-ssigen Druck in alle mit ihr in Verbindung stehenden Pfeifen einzupressen. ährend der Systole der Kammer steigt der Druck in den Arterien an, wäh-d der Diastole sinkt er. Diese Schwankungen werden um so geringer, je ner die Arterien und je grösser die Pulszahlen sind.

Die Menge des Blutes, welche eine Systole überpumpt, hat man nach ver-iedenen Methoden zu etwa 150 — 190 Gramm bestimmt. Directe Ausmes-gen des Inhaltes des todten Ventrikels haben für diese Bestimmung keinen sen Werth, da man dabei die normale Spannung der Herzwände nicht ein-annähernd nachzuahmen vermag. Volkmann berechnet die Blutmenge, che in der Minute aus dem Ventrikel strömt, aus der Geschwindigkeit des stromes in der Aorta und dem Querschnitte ihres Lumens, und berechnet so gefundene Menge auf die Zeit eines Herzpulses. Die Rechnung ergab ihm $^1/_{400}$ des Körpergewichtes, was den oben angeführten Zahlen entspricht. ardt berechnet diesen Werth für die linke Kammer zu 180 Gramm Blut. elbe Blutmenge wird in der gleichen Zeit vom rechten Herzen in die Lun-arterie, sowie vom Arteriensystem des grossen Kreislaufs in das Venensystem geführt (cf. unten), da ja die Blutbewegung eine continuirliche ist.

Nach Vierordt, Ed. Hofmann u. A. steigt der arterielle Blutdruck der Geburt bis ins erwachsene Alter beträchtlich an. Letzterer fand, dass grosse Arterien, z. B. die Carotiden, wenn sie bei neugeborenen Thieren schnitten werden, nicht spritzen, sondern nur stossweise sprudeln. Für Menschen gibt Vierordt folgende Mittelwerthe des arteriellen druckes:

Neugeborener	111	mm Quecksilber
Dreijähriger	138	-
Vierzehnjähriger . . .	171	-
Erwachsener	200	-

späteren Alter nimmt der Blutdruck der relativen Erweiterung der arteriel-Blutbahn entsprechend wieder zu. Je nach der relativen Weite der Arterien der Blutdruck in verschiedenen Gefässprovinzen desselben Individuums ver-ieden (Beneke), cf. unten.

Aerztliche Bemerkungen. — Durch Reizung der Magenwand sahen S. Mayer A. Pribram den arteriellen Blutdruck bei Hunden steigen, bedeutender nach chschneidung der Vagi; es erfolgt diese Steigerung durch reflectorische Verengerung der en Arterien. Lovén stellte dasselbe für die Reizung der sensiblen Hautner-fest.

Die Blutentziehung. Die Spannung in dem Gefässsysteme steht nach dem Gesagten unter Einflusse der Häufigkeit und Stärke der Herzbewegung. Je mehr und je rascher die e Blut in die Arterien einpresst, desto grösser muss der Druck werden, um in der en Zeit diese grösseren Blutmengen oder die gleichen Blutmengen in kürzerer Zeit die Kapillaren zu pressen. Im Allgemeinen steigt und sinkt der Druck auch mit der Zu-Abnahme der Gesammtblutmenge, wie die für den Arzt sehr wichtigen Bestimmungen

des Blutdrucks unter der Wirkung des Aderlasses ergaben, welche ein mögliches Sink des Blutdrucks bis unter die Hälfte der anfänglich beobachteten Höhe erkennen lassen. Au die Geschwindigkeit der Blutbewegung nimmt dabei nach VOLKMANN's Bestimmungen a Diese Abnahme der Blutgeschwindigkeit ist in der Abschwächung der Herzkraft z. Thl. dur den eingetretenen Blutmangel begründet, unter welchem die normale Thätigkeit aller Orga leidet. Das Herz pumpt weniger energisch, presst bei der Systole weniger Blut in die Arteri ein, der Druck im Arterienrohr muss dadurch sinken und dadurch wieder die Blutgeschwi digkeit, die ja von jenem direct bedingt wird. Nach der Blutentziehung sehen wir nach kur Zeit (am Haematodynamometer) den Druck wieder zunehmen. Nach der Blutentziehung si die Sauerstoffaufnahme regelmässig (VOIT, RAUBER und J. BAUER), dagegen schwank die Resultate über die Kohlensäureabgabe, BAUER will sie vermehrt gefunden haben, währ RAUBER keine konstante Aenderung finden konnte. Eine chemische Untersuchung des Bl nach starken Aderlässen ergibt konstant eine nicht unbeträchtliche, procentische Wasse nahme desselben. Aus beiden Thatsachen muss man schliessen, dass nach der Blutentzieh eine Aufsaugung von Flüssigkeit aus den Geweben in das Blut stattfindet, und zwar m diese aufgesaugte Flüssigkeit einen ziemlich geringen Procentgehalt an festen Stoffen hab Diese gesteigerte Resorption beweisen auch Versuche, welche zeigen, dass unter die Ha in Wunden gebrachte giftige Flüssigkeiten durch einen Aderlass in ihren Wirkungen auf d Organismus beschleunigt werden können. Damit mag es zusammenhängen, dass VOIT u BAUER die Harnstoffmenge (den Eiweissumsatz) nach reichlichen Blutentziehu gen bei Hunden steigen sehen. Auffallend ist es, wie selbst geringere Blutentziehungen Temperatur des Organismus herabsetzen, und wie rasch durch sie ein Nachlassen normalen Muskelkraft nicht nur des Herzens, sondern auch der Stammmuskulatur erf wie die Schwächezustände, Zittern, Ohnmachten zeigen, die in ihrem Gefolge sich einste Noch früher als die der Muskeln leidet durch grössere Blutverluste die Thätigkeit der gro Drüsen, Leber und Nieren stellen ihre Sekretion bald ganz ein (J. RANKE). Es leuchtet dass die Therapie in der Blutentziehung ein wichtiges, in neuerer Zeit mit Unrecht un schätztes Mittel besitzt, die Organfunctionen zu beeinflussen.

Die Herzarbeit.

DANIEL BERNOULLI und nach ihm J. R. MAYER, der Entdecker des Geset der Erhaltung der Kraft, haben zuerst nach richtigen Principien die Her arbeit berechnet. Man kann die hier wirksam werdende Kraft in Kilogram metern ausdrücken, d. h. angeben, wie viel Kilogramme durch sie in einer ge benen Zeit bis zu 1 m Höhe gehoben werden können, wenn wir die Blutme und den Druck kennen, unter welchem letztere in derselben Zeit aus d Herzen ausströmt. Wir machen dabei die Voraussetzung, dass die Herzc traction die alleinige Kraftursache sei, welche das Blut austreibt. Sicher t auch die Wirkung der elastischen Kräfte der Kammern und Vorkammern g die der Contraction so sehr in den Hintergrund, dass wir erstere getrost v nachlässigen können.

Berechnen wir zuerst die Arbeit des linken Ventrikels. Nach VOLKMANN b trägt die Menge der während einer Systole aus jeder Herzkammer ausgetriebe Blutmenge, wie wir schon angegeben haben, 0,188 Kilogramm. Der mittl Blutdruck in der Aorta beträgt etwa 250 mm Quecksilberdruck, was einer Bl säule von 3,21 m (DONDERS) entspricht. Die gesuchte Grösse ist nun für je Systole $0{,}188 \times 3{,}21$ Kilogrammmeter $= 0{,}604$ Kilogrammmeter. Auf die M nute kommen im Durchschnitt 75 Herzcontractionen, so berechnet sich d

beitsleistung des linken Herzens allein auf 64800 Kilogrammmeter in einem ge. Da der Blutdruck in der Pulmonalis etwa dreimal schwächer ist, als in r Aorta, so ist die Arbeitsleistung des rechten Herzens in gleicher Zeit r der dritte Theil der von dem linken Herzen ausgeübten. Sie beträgt also Tage etwa: 21900 Kilogrammmeter. Mit anderen Worten: die Arbeit des rzens würde in einem Tage im Stande sein, 86700 Kilogramme einen Meter ch zu heben oder, was dasselbe ist, ein Kilogramm 86700 m hoch. Wie gross se Arbeitsleistung ist, wird erst recht anschaulich, wenn wir weiter unten fahren, dass die grösste Arbeitsleistung eines Arbeiters im Tage (8 Arbeitsnden) nur etwa 320000 Kilogrammmeter beträgt, also noch nicht viermal hr, als die Herzarbeit allein. Die gesammte Herzarbeit wird durch die Widernde im Gefässsystem, durch die innere Reibung verbraucht, d. h. in Wärme rwandelt. Mit der geringeren Arbeitsleistung steht die geringere Muskelrke des rechten Herzens in Beziehung.

VIERORDT legt seine auf anderem Wege berechneten etwas kleineren Zahlen seiner Behnung der Herzarbeit zu Grunde und kommt somit zu etwas kleineren Werthen. Er rechnet den Nutzeffekt der linken Kammer zu 0,54 Kilogrammmeter in der Secunde.

BLASIUS fand am Froschherzen, dass gesteigerter arterieller Druck zuerst den Nutzeffekt der rarbeit bis zu einem Maximum steigert, von dem derselbe dann absinkt. CYON fand, dass Arbeitsgrösse der einzelnen Herzcontraction des Froschherzens von 0°—8° C. etwa gleich b, von hier aber mit steigender Temperatur sinkt. Da die Herzcontractionen der Temperatur an Häufigkeit zunehmen, so sah BLASIUS das Absinken der Arbeit der elnen Contraction bei steigender Temperatur zuerst übercompensirt durch die zunende Häufigkeit der Herzcontractionen bis zu einem Maximum, von dem an die Verderung der Herzarbeit durch die steigende Temperatur auch auf dieselbe Zeit bezogen rwiegt.

Geschwindigkeit der Blutbewegung in den Gefässen.

Man hat nach verschiedenen exakten Methoden die Geschwindigkeit der bewegung in den Blutgefässen direct bestimmt. In der Carotis grösserer gethiere durchläuft das Blut in der Secunde eine Wegstrecke von ca. 0,3 m. dem Kalbe ergeben die Versuche ca. 232, bei dem Hunde 261, bei dem de 300 mm (VIERORDT). Gegen die Kapillarausbreitung nimmt die Blutgewindigkeit mehr und mehr ab, in den Kapillaren selbst beträgt die Stromchwindigkeit des Axenstromes beim Frosch etwa 0,5 mm (E. H. WEBER), bei gethieren 0,8 mm in der Secunde. In der Metatarsea des Pferdes bestimmte KMANN diese Grösse noch zu 56 mm. In den grösseren Venen ist die Gewindigkeit um 0,5—0,75 mal kleiner, als in den ihnen entsprechenden terien.

Der Grund dafür, dass in den engeren Arterien das Blut langsamer, am gsamsten in den Kapillaren fliesst, dass die Geschwindigkeit dagegen in den nen in der Richtung von den Zweigen gegen die Stämme grösser wird, liegt der Veränderung der Weite des Blutstrombettes. Es ist, wie oben gesagt, cht nachzuweisen, dass bei der Theilung der kleineren Arterien zwar die zelnen Aeste enger sind, als der Stamm, dass aber die Summe der Quernitte der Aeste fast ausnahmslos grösser ist, als der Querschnitt des Stammes. erweitert sich also mit der Verästelung das arterielle Blutstrombett mehr

und mehr, der weiteste Abschnitt des Gesammtquerschnittes der Blutbahn der, in welchem sich die engsten Gefässe finden, die Kapillarstrecke. G analog ist die Verzweigung der Venen, so dass die Blutmasse, die von Kapillaren herkommt, in ein enger und enger werdendes Bette eingedrü wird. Die Stromgeschwindigkeiten in den in ihrem Lumen vereinigt gedad Gefässabschnitten: Stämme, Aeste, Zweige, Kapillaren verhalten sich nach Gesetzen der Flüssigkeitsbewegung in Röhren von verschiedenem Quersch umgekehrt, wie die Querschnittsgrössen des Gesammtlumens.

Obwohl das Blut stossweise aus dem Herzen in die Arterien eingepr wird, so ist doch auch in ihnen (nach den oben dargelegten Gesetzen der F sigkeitsbewegung in dem Weber'schen Kreislaufsschema) die Strömung e ununterbrochene, jedoch mit stossweiser Beschleunigung. Jede Kammersys steigert nach Vierordt die Geschwindigkeit in den grösseren Arterien um 20 30 %. Dieser Einfluss der Kammersystole nimmt, wie die Gefässe des Pu und der Spannungszuwachs des Blutes, ebenfalls wegen der Erweiterung Strombettes, gegen die Arterienzweige zu mehr und mehr ab, um je nach Stärke der Herzaktion in den peripherischen Arterien früher oder später Grenze zu finden. In den Kapillaren fliesst daher das Blut gleichmäs ohne pulsatorische Veränderung der Geschwindigkeit. Auch in den Venen s im Allgemeinen der Blutstrom ein continuirlicher sein, doch macht sich ihnen eine Reihe von accessorischen Einflüssen geltend, die unten mit der W kung der Athembewegungen gemeinschaftlich besprochen werden sollen.

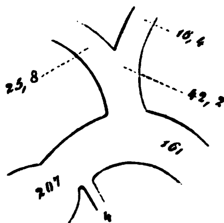
Betrachten wir die einzelnen Gefässe, welche zu einem Gesammtquerschnitt des Ge systemes gehören, so müssen auch hier die Blutgeschwindigkeiten verschiedene sein, je dem die Widerstände in einem oder dem anderen grösser oder geringer sind. Wir w dass der Widerstand wächst mit der abnehmenden Weite der Röhren; dass die Geschwindigkeiten in den Zweigströmen nach den verschiedenen Verzweigungswinkeln schieden sind, dass knieförmige Biegung der Röhren den Strom etwas verlangsamt.

Nach der Durchschneidung der Gefässnerven, nach der Reizung der motorischen

[redacted]

irde durch das genannte Aortenstück in einer Secunde 129 cc Blut fliessen, die windigkeit im Arcus Aortaè ist aber etwa um 1/4 grösser, die Durchflussmenge also . Rechnet man dazu die 42 cc der Anonyma und ir die Coronariae cordis, so erhält man 207 cc = 219 n Blut, welche in 1 Secunde aus der linken Herzkammer rieben werden. Da auf 1 Secunde 1,2 Systolen tref- so treibt jede Systole 172 cc = 180 Gramm Blut aus RDT).

Fig. 116.



lethoden zur Bestimmung der Blutgeschwindigkeit. IANN construirte zur Messung der Stromgeschwindigkeit in efässen das Haemodrometer, es ist eine mit Wasser te, U-förmig gebogene Glasröhre von bekannter Länge und nen, die man durch einen in die Arterie eingebundenen, lt durchbohrten Hahn, der die Blutströmung zuerst in der hnlichen Richtung gestattet, plötzlich in den Strom der e schalten kann. Mit der Uhr bestimmt man die Zeit, in welcher alles Wasser aus der durch Blut verdrängt ist. Eine längere und vergleichende Beobachtung an derselben e gestattet LUDWIG's Stromuhr. Zwei kugelige Glasgefässe von bekannten Volumen man durch zweckmässige Hahneinrichtung sich abwechselnd füllen lassen, während nal die Flüssigkeit, welche zur Füllung des einen diente (Oel), in das andere hinüber ngt wird. Das Instrument erlaubt durch Verbindung mit Druckmessern etc. eine sehr mmene Untersuchung der Circulationsverhältnisse. VIERORDT bestimmt die Blutge- ndigkeit aus dem Ausschlag eines in das strömende Blut gehängten Pendelchens: notachometer, in analoger Weise, wie man die Geschwindigkeit der Wasserbewe- n Flüssen misst. Der Apparat besteht aus einem primär mit Wasser gefüllten messingnen en mit parallelen Glaswänden, das in die Strombahn eingeschaltet wird. Ein an der mündung senkrecht herabhängendes Pendelchen wird vom Blutstrom abgelenkt und m so mehr, je grösser die Geschwindigkeit ist. Das Pendel endet in ein silbernes hen, welches jederseits mit einer feinen Spitze die Seitenglaswand möglichst ohne Rei- erührt. Die Spitzen lassen durch die sonst undurchsichtige Blutschicht die Pendel- ung erkennen. Jede Kammersystole vermehrt die Ablenkung, so dass mit dem Apparat ie Pulszahlen abgelesen werden können. An einem aussen an der Seite angebrachten ogen liest man die Pendelexkursionen ab, welche die Anhaltspunkte zur Berechnung rbeiströmenden Flüssigkeitsmenge liefern.

Die Kreislaufszeit.

HERING D. Ä. hat zuerst Versuche gemacht, die Zeit zu bestimmen, welche luttheilchen braucht, um den ganzen Umlauf zu vollenden, um also z. B. ler Vena jugularis externa der einen Seite in das rechte Herz, Lunge, linkes und durch die Aortenverzweigungen, Kapillaren, Venen zur Jugularis der en Seite zu fliessen. Er spritzte eine Lösung des chemisch leicht nach- baren Salzes: Ferrocyankalium in die eine Vene, z. B. Jugularis, ein und elte von dem Augenblick des Einspritzens an von je 5 zu 5 Secunden das er angestochenen gleichnamigen Vene der anderen Körperseite austropfende In 1 Minute bekam er so 12 Blutproben, deren Serum er mittelst Eisen- id auf die Anwesenheit von Ferrocyankalium prüfen konnte, diejenige , welche die erste Bläuung durch gebildetes Berlinerblau zeigte, gab die r eines Kreislaufs an, die Zeit, welche die eingespritzte Flüssigkeitsmenge

gebraucht hatte, den Weg durch die Kreislaufsorgane zurückzulegen. Vierordt hat mit einer, bezüglich der Zeitbestimmung verschärften Methode diese Versuche fortgesetzt. Die durchschnittliche Dauer eines Blutumlaufes beträgt nach Hering beim Pferde 31,5 Secunden, nach Vierordt bei jungen Eichhörnchen 4,39, Katze 6,69, Igel 7,61, Kaninchen 7,79, Hund 16,7, Huhn 5,17, Bussard 6,73, Enten 10,64, Gans 10,86 Secunden. Beim Menschen berechnet Vierordt zu 23 Secunden.

Man hat der Methode zum Vorwurf machen wollen, dass die Länge der verschiedenen Blutbahnen, welche dem eingespritzten Salze offen stehen, sehr verschieden seien, dass man nicht wisse, welcher derselben eingeschlagen wurde. Vierordt hat die aus dem Einschlagen verschiedener Bahnen hervorgehenden Zeitdifferenzen direct gemessen. Er fing das Blut zur Probe gleichzeitig aus zwei verschiedenen Venen auf, der Jugularis und Cruralis, und injicirte in die Jugularis der anderen Seite. Bei dem Hunde betrug die Kreislaufszeit zwischen beiden Jugularvenen 16,82, zwischen Jugularis und Cruralvene 18,08, die Differenz ist also nur eine geringe = 10%. Vierordt erklärt diese nahe Uebereinstimmung dadurch, dass in den kleinsten Gefässen und namentlich in den Kapillaren das Fliessen am langsamsten erfolgt, diese Verzögerung ist aber allen Bahnen gemeinsam, während es bei der bedeutenden Blutgeschwindigkeit in den grossen Gefässen ziemlich gleichgiltig ist, ob ein Theil dem Herzen nah oder fern liegt, ob diese rasch durchlaufene Strecke etwas länger oder kürzer ist. Im Allgemeinen bestätigt dieser Versuch die a priori schon wahrscheinliche Meinung, dass die zuerst nachweisbaren Spuren des Ferrocyankaliums den Kreislauf auf dem kürzesten offenstehenden Weg zurückgelegt haben.

Aus dieser kurzen Zeit, welche zur Vollendung eines Kreislaufs erforderlich ist, erklärt sich die fast momentane Wirkung mancher direct ins Blut gebrachter (eingespritzter) Gifte, z. B. der Blausäure, der Strychninlösung.

Die Schwankungen in der mittleren Kreislaufszeit hängen bei demselben Individuum zunächst ab von der Zahl und Grösse der Herzkammersystolen. Nimmt die Pulsfrequenz etwas zu, so wird die Kreislaufszeit ein wenig abgekürzt, bald aber kommt ein Punkt, wo sie wieder zunimmt, weil bei grösserer Pulsfrequenz die Systolen allmälig weniger ausgiebig werden, so dass durch starke Vermehrung der Pulsfrequenz, wie sie im Fieber stattfindet, die Kreislaufsdauer über die normale verlängert wird. Hering fand die Kreislaufszeiten in der Jugularisbahn von Pferden von einem Alter von 8,8 und 17,7 und 21,1 Jahren zu 22,5 und 25,0 und 29,2 Secunden. Daraus geht hervor, dass bei jüngeren Thieren die Kreislaufszeit etwas kürzer ist, als bei älteren. Die Körpergewichtseinheit des Kindes empfängt überdies in der Zeiteinheit beträchtlich viel mehr Blut, auch wegen der relativ grösseren Gesammtblutmenge. Namentlich auffallend ist diese Mehrzufuhr von Blut zu den Bewegungsorganen des Kindes, woraus sich nicht nur das rasche Wachsthum dieser Organgruppe, sondern auch die kindliche Neigung zu Körperbewegung in Spielen, Laufen etc. erklärt (J. Ranke). Hering fand bei Hengsten die Kreislaufsdauer etwas kürzer, als bei Stuten: 26,9 und 27,3 Secunden. Grössere und schwerere Thiere haben eine bedeutend langsamere Kreislaufszeit, als kleinere derselben Art. Bei Hunden von 1,8 und 22,5 Kilogramm Körpergewicht fand Vierordt die Dauer des Kreislaufs zu 10,44 und 19,37 Secunden. Das Verhältniss der mittelst einer Ventrikelsystole ausgetriebenen Blutmasse zur Gesammtblutmenge des Körpers nimmt ab mit zunehmender Körperlänge und Schwere. Vierordt fand auch die arterielle Stromgeschwindigkeit grösser bei kleineren, als bei grösseren Thieren derselben Art, so dass hier ähnliche Verhältnisse sich ergeben, wie zwischen jüngeren und älteren Thieren. Durch Muskelthätigkeit fand Hering bei Pferden den Blutkreislauf (der Jugularisbahn) beschleunigt, die Kreislaufszeit war nach dem Herumtreiben im Trabe 17,5, während sie in der Ruhe 22,5 Secunden betrug. Nachts ist der Blutlauf langsamer, als am Tage.

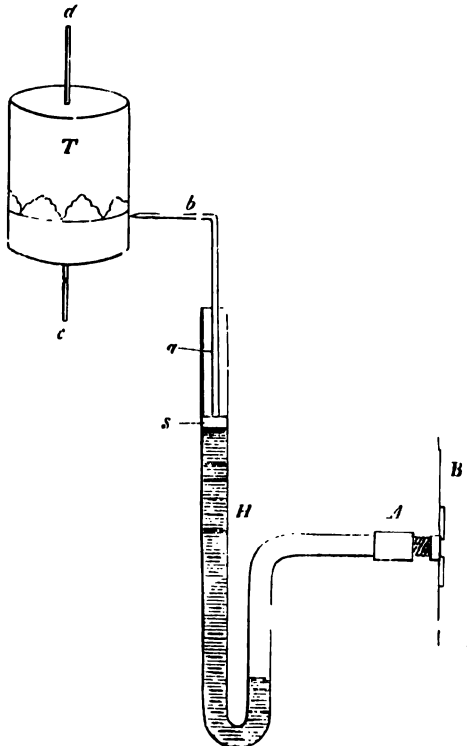
Der Puls.

ie konstant unter der Wirkung des höheren Druckes in den Arterien ein-
le Entleerung derselben, der dagegen nur rhythmisch erfolgende Ersatz
erlorenen Flüssigkeitsmengen durch die Herzaktion machen die Blutbe-
ıg in den Arterien zu einer doppelten. Einmal sehen wir ein konstantes
en in ihnen durch die Druckwirkung der Wände erzeugt, welches auch
Aufhören der Herzaktion bis zur annähernden Ausgleichung der Druck-
schiede fortgeht. Mit dieser konstanten Strömung mischt sich, wie sich
en oben angeführten Untersuchungen der Flüssigkeitsbewegung in elasti-
Röhren ergibt, eine Wellenbewegung, deren Ursache das rhythmische
inpumpen des Herzens ist. Diese Wellenbewegungen, die sich in den
ien als eine Druckerhöhung während der Systole, als eine Druckerniedri-
während der Diastole des Herzens zu erkennen gibt, wird als Puls be-
net. Normal treten etwa 72 Pulse in der Minute auf. Der Puls ist am
sten in den grössten, dem Herzen am nächsten gelegenen Arterien, in den
eren sehen wir ihn schwächer werden und meist schon, ehe sie in Kapil-
übergehen, ganz verschwinden. Der Puls ist eine Ausdehnung der Arterien
ı die während der Systole in sie eingepresste Blutmenge. Man kann an
lächlich unter der Haut liegenden oder an blosgelegten Arterien mit freiem
sehen, dass diese Ausdehnung ganz wie bei anderen elastischen Röhren
hl die Weite, als die Länge des Gefässes vergrössert. Die Ausdehnung
wie dort, in der ganzen Länge des Gefässsystemes nicht gleichzeitig auf.
n das Blut in das Anfangsstück der Aorta eingepresst wird, so wird dieses
st ausgedehnt. Seine elastischen Kräfte machen sich nach Aufhören der
kung des übermächtigen Herzdruckes sogleich geltend. Sie üben einen
k auf den flüssigen Inhalt aus, der den eingetretenen Ueberschuss wegzu-
sen versucht. Nach dem Herzen zu ist der Rückweg durch die Klappen
perrt, der Ueberschuss wird sonach weiter vorwärts gedrängt. Indem sich
elbe Wirkung der elastischen Kräfte in jedem folgenden mehr ausgedehnten
rienstück wiederholt, läuft die Ausdehnung als Wellenberg über die Arterien-
d hin den Kapillaren zu. Dabei nimmt die Kraft der Welle immer mehr ab
wird endlich = 0. Die Ursache dieses Verschwindens des Pulses liegt in
chiedenen Momenten. Schon die Bewegung an sich, die bedeutenden Wider-
le in den Gefässen etc. schwächen die Welle mehr und mehr ab. Dabei
mt vor Allem auch die mehr erwähnte starke Erweiterung des Strombettes
ns Kapillarsystem in Betracht. Die Stärke der Welle steht mit ihrer Aus-
ıung in umgekehrtem Verhältniss. Wenn sich in den Kapillaren das Strom-
des Blutes auf das 400fache erweitert, wie man annimmt, so muss schon
lieser Ursache dort die sichtbare, ausdehnende Wirkung der ungeschwächt
chten Welle 400mal geringer sein. Dazu kommt noch, dass die Blutmenge
dadurch der durch die Systole eingepresste Ueberschuss sich während des
ufes der Welle durch Abfluss in das Venensystem immer mehr verringert.
in ganz seltenen Fällen, wenn z. B. die Gefässe durch Lähmung ihrer Nerven
itert, die Widerstände geringer sind, geht die Wellenbewegung auch in
Kapillarsystem und durch dasselbe in die Venen über. Bei den arbeiten-
Speicheldrüsen zeigen die Venen neben dem schon beschriebenen hellrothen

Blute auch noch Puls. Man kann das Fortschreiten des Pulses über die Arte mit chronometrischen Vorrichtungen messen. An vom Herzen abgelegen Arterien tritt die Ausdehnung der Wand um einen Bruchtheil einer Sec später ein, als in einer dem Herzen nahen Arterie. Die Pulswelle pflanzt um 9240 mm in der Secunde fort (E. H. WEBER). Man darf sich also die W nicht als eine kurze, längs der Arterie fortrollende Welle vorstellen. Die I welle ist so lang, dass nicht einmal eine einzige ganze Welle Platz hat in Strecke von dem Anfang der Aorta bis zur Zehenspitze. Nehmen wir an, eine Zusammenziehung des Herzens $^1/_3$ Secunde dauert, so ist der Anfang Welle schon über 3 m weit (3,08) fortgeschritten, während ihr Ende in Aorta entsteht. Es wird also durch den Puls sehr rasch das ganze Arterie ausgedehnt, das sich dann etwas langsamer vom Herzen weg wieder veren

Apparate zur Pulsmessung. — Der Puls bietet für die Diagnose und Therap Krankheiten so wichtige Anhaltspunkte (cf. die Lehrbücher der allgemeinen Pathologie), es nöthig ist, seine normalen Verhältnisse genau zu kennen, um beurtheilen zu könne sie in krankhaften Zuständen Aend gen erfahren haben. Man hat, u Puls hierzu mit physikalischer Sc beobachten zu können. Appa zur Pulsmessung ersonnen, w an Stelle der subjectiven Empfind des pulsfühlenden Fingers, unt ständen freilich das beste Beobach instrument, die objective Betr und Messung einzuführen. Bei T ist es thunlich, zur Beobach eine Arterie das Manometer (Ha namometer) einzufügen, wie w an anderen starren und elas Röhren oben beschrieben habe die durch den Puls hervorgebr Druckschwankungen an dem Au Niedersteigen des Quecksilbers a Scala dem Auge sichtbar zu ma LUDWIG's Kymographion sc diese Druckschwankungen des I selbstthätig auf (Fig. 147). In Quecksilber der Manometerröhre ein leichter Schwimmer eingesetzt an seinem frei aus der Röhre vorst den Ende einen quer aufgest Pinsel oder anderen zweckmäs Schreibapparat trägt, der den B gungen des Quecksilbers auf- un wärts folgt. Der Pinsel schreibt Bewegungen auf eine durch ein Uh mit gleichmässiger Geschwindigke eine senkrechte Axe sich drel

Fig. 147.

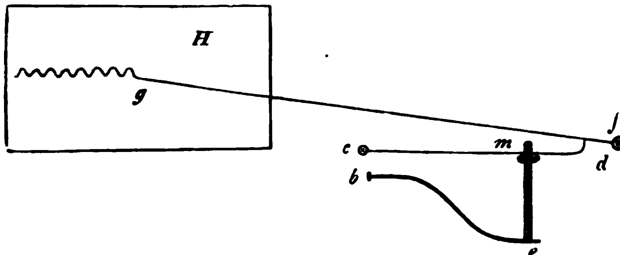


T Kymographion-Trommel um die Axe *c d* beweglich. *B* die Arterie. *A* Ansatzstück, welches die Arterie mit dem Manometer *H* verbindet. *a s* der Schwimmer, welcher auf dem Quecksilber aufsitzt. *b* schreibender Pinsel.

Trommel, die mit Papier beklebt ist. Es entstehen so durch den Verlauf der regelmäs Druckschwankungen Curven auf dem Papier, an denen die Pulsveränderungen der mess

…bachtung zugänglich werden. Bei dem Menschen benutzt man die durch das Hindurch… des Pulses entstehende seitliche Ausdehnung der Arterie, die man sich ebenfalls durch …nnte Sphygmographen graphisch darstellen lässt. Vierordt, dem wir diese …de verdanken, setzte auf die Arterie ein Knöpfchen, dessen Hebungen einen Fühlhebel …gten. Ein an dessen Spitze angebrachter Pinsel schreibt auf der eben beschriebenen …mel des Kymographion seine Curven. Marey hat ein sehr kompendiöses Instrument …eben, das für den Arzt eine leichtere Verwendung gestattet, als das Vierordt'sche … 118). Der Fühlhebel, der hier durch eine auf die Arterie aufgedrückte Feder bewegt

Fig. 118.



H die durch ein Uhrwerk bewegte Platte, *fg* die auf dieser schreibende Feder, *e b* der auf die Ader aufgedrückte Knopf im Durchschnitt.

…, ist sehr leicht und an seiner Spitze mit einer Art Schreibfeder versehen, die seine Be…ngen auf eine mit Papier bezogene Aluminiumplatte aufschreibt, welche mit gleichblei…er Geschwindigkeit durch ein kleines Uhrwerk vorübergezogen wird. Das Uhrwerk passt …em ganzen Apparat zusammen in ein kleines Kästchen, das leicht in der Tasche getragen …en kann.

…ck's Federkymographion zur Messung des arteriellen Blutdrucks besteht aus einer …förmig gekrümmten hohlen Messingfeder, die mit Alkohol gefüllt ist. Das feste Ende der … wird durch einen elastischen Schlauch mit der Arterie in Verbindung gesetzt, das freie … zeichnet die Druckschwankungen auf das Kymographion.

Um den zeitlichen Verlauf des Pulses messen zu können, muss die Umdrehungs…windigkeit der Trommel, die Laufgeschwindigkeit der Marey'schen Platte bekannt sein. …mit dem Zirkel zu messende Abstand der Curven belehrt uns dann über die Zeit, welche …chen je zwei Pulsschlägen verstrich, ebenso kann man auch die Dauer der Wandausdeh…g der Arterie auf die gleiche Weise direct messen, da ja bei der bekannten, gleichbleiben… Bewegung ein zurückgelegter Weg direct der Zeit proportional ist, welche zu seiner …ücklegung erforderlich war. Zur Messsung der Pulswelle, der Verspätung des …ses in peripherischen Arterien, dient noch am zweckmässigsten der elektrische …ppelhebel von Czermak. In älterer und neuerer Zeit wurden noch mehrfache Instru…nte zur Pulsmessung angegeben, wir erwähnen: Poiseuille's Kastenpulsmesser, …nson's und Chelius' Röhrensphygmograph, Marey's neuer und Broudgeest's …sphygmograph, Landois' Angiograph etc.

…igenschaften des Pulses für die ärztliche Beobachtung. — Vierordt fand, dass … Zeit der Ausdehnung der Arterie durchschnittlich etwas kürzer dauert, als die Zeit der …sammenziehung; das Verhältniss ist etwa wie 100 : 106. Man bezeichnet das Verhältniss … Expansionszeit zur Contractionszeit als Pulsceleritat. Die Dauer der einzeln auf…ander folgenden Pulsschläge ist bei einem und demselben Individuum ziemlich wech…nd, so dass sich Unterschiede um mehr als ein Drittel der Zeit finden. Die Höhe der auf…ander folgenden Pulscurven, also der Unterschied im Ausdehnungsgrade der Arterie: … Pulsgrösse, ist bei demselben Individuum sehr schwankend, fast um das Doppelte. …m grossen Puls wird ein ansehnliches Blutvolumen in die Arterie eingetrieben. Im All-

gemeinen ist der Puls gross, wenn er selten und träge ist, klein und oft auch häufig wi er bei geminderter Herzkraft und bei grösseren Widerständen im arteriellen Strombett. Es ist möglich, mit dem zufühlenden Finger den Puls zum Verschwinden zu bringen, ind man die Arterie durch den ausgeübten Druck verschliesst. Der Arzt schliesst aus der d angewendeten Kraft auf den Blutdruck in der Arterie, damit also auf die Geschwindigkeit d Bewegung.

Nach den Curven des Marey'schen Instruments besteht jeder Puls aus zwei Hebungen u Senkungen, die zweite ist so gering, dass sie als eine kleine wellenförmige Erhebung auf d absinkenden Theile der Hauptpulscurve erscheint. Man kennt den »exquisit doppe schlägigen, dicroten« Puls als eine Veränderung des normalen Rhythmus in Krankheit Der pulsfühlende Finger empfängt zwei Schläge, von denen der erste stärker und länger Vierordt beobachtete ihn vorübergehend bei Gesunden während des Gehens. Man kennt Ursache für die zweite normale Pulswelle nicht. Vielleicht wird an irgend einer Stelle Arteriensystem ein Theil der primären Pulswelle reflectirt. Man hat bei dieser Erklärung die plötzliche Ausdehnung der Semilunarklappen oder an die Theilungsstelle der Aorta dacht, keinesfalls entspricht sie einer zweiten Kammersystole. Noch immer wird behaup sie entstehe bei der Beobachtung des normalen Pulses mit dem Marey'schen Sphygmograph durch Eigenschwingungen des Hebels, die natürlich nicht ganz vermieden sind, die sich a auch bei den anderen Pulsmessinstrumenten mehr oder weniger störend geltend mach können. Der aussetzende Puls entspricht entweder einem wahren Aussetzen eines He schlags, einer fortgesetzten Diastole der Herzkammer, oder die Systole findet dabei statt, aber zu schwach, um das Kammerblut gehörig spannen und die Aortenklappen öffnen können. Eine negative Pulswelle entsteht, wenn krankhafter Weise die Aortenklap nicht schliessen und bei der Diastole Blut in die Kammer zurückströmt, der Blutdruck in der Aorta während der Diastole bedeutend. Diese Abspannung pflanzt sich auch gegen Peripherie der Welle fort, aber ohne dass die Strömung des Blutes dadurch eine andere R tung annähme.

Die Zahl der Pulsschläge: die Pulsfrequenz, wechselt vielfach bei demse Individuum. Die kleinste Bewegung, lautes, anhaltendes Sprechen, andere zufällige Verä rungen des Athemrhythmus, Gemüths- und Sinneseindrücke verändern die Pulsfrequen auffallender Weise. Doch ist es gelungen, eine Reihe allgemeiner Gesichtspunkte in di Hinsicht aufzufinden. Die Pulsfrequenz ist nach dem Alter des Individuums verschieden. nimmt von der Geburt bis zum Mannesalter ab, um von da an wieder etwas zuzuneh Während der Säugling im Durchschnitt 134 Schläge hat, sinkt die Anzahl zwischen dem und 24. Lebensjahre auf 71. Sie bleibt sich dann längere Zeit gleich, und steigt endlich wie langsam an; im 55. Jahre 72, im 80. 79 Schläge in der Minute. Grössere Individuen haben Allgemeinen einen etwas selteneren Puls als kleinere, ebenso Männer einen selteneren Frauen. Bei demselben Individuum schwankt der Puls regelmässig nach der Körperstell er verlangsamt sich durch Liegen und beschleunigt sich durch Aufstehen. Dem Arzte m diese Beobachtung bei jedem Krankenbesuche gegenwärtig sein. Bei Geschwächten rei schon das Aufsetzen im Bette, die erste Aufregung des ärztlichen Besuches hin, für ein Zeit die Pulsfrequenz zu steigern. Am Morgen ist die Pulsfrequenz grösser als am Aben nach dem Essen steigt sie ebenfalls an. Bei Pflanzenkost soll sich die Pulsfrequenz v langsamen.

Für den Arzt mag hier noch die Bemerkung Platz finden, dass die veränderte Art Herzthätigkeit und des Pulses, die er an Kranken beobachtet, meist seine directe Hülfe zunäc nicht beansprucht. In vielen Fällen ist die eben vorhandene Abweichung v der normalen Thätigkeit die beste Form, unter welcher das Herz seine A gaben für den Gesammtorganismus bei den bestehenden Störungen erfi len kann. Man darf das bei der Auswahl der auf das Herz wirkenden Medikamente ni vergessen. Eine künstliche Veränderung der anormalen Herzaktion kann, wenn die St rungen fortdauern, die sie bedingt haben, eine directe Gefahr für das Leben

en herbei führen, da unter den veränderten Bedingungen das Herz nun vielleicht nicht m Stande ist, die Circulation bis zu einem gewissen Grade normal zu erhalten. Das :commodirt sich dem jeweilig gegebenen Zustand des Gesammtorganismus in wunder-Weise. Ueber das Wechselverhältniss der Herzaktion und der Widerstände in der ın war schon oben die Rede.

ılsfrequenz, Kreislaufszeit und Blutmenge. — Vierordt zeigte, dass die Haupt-a des Blutumlaufs: Zahl der Herzschläge, Kreislaufszeiten, Blutdruck und umgetriebene sse unter sich einen gesetzmässigen Zusammenhang erkennen lassen. Die mittlere ıfszeit einer Säugethier- oder Vogelart ist gleich der durchschnittlichen Zeit, in welcher rz 27 Schläge vollendet. In der folgenden Tabelle stehen die directen Versuchser-e:

	Körpergewicht (Gramm)	Pulsfrequenz	Herzschläge während eines Kreislaufs
Eichhörnchen	222	320	23,7
Katze	1312	240	26,8
Igel	911	(circa) 189	23,8
Kaninchen	1434	220	28,5
Hund	9200	96	26,7
Pferd	380000	55	28,8
Huhn	1332	354	30,5
Bussard	693	282	31,6
Ente	1324	163	28,9
Gans	2822	144	26,0

:se auffallende Uebereinstimmung berechtigt zu dem oben schon erwähnten Schluss, e Kreislaufszeit des Menschen bei einer Pulsfrequenz von 72 = 23,1 Secunde sei. Die :n Kreislaufszeiten zweier Thierarten verhalten sich, nach dem Vierordt'schen z, umgekehrt wie deren Pulsfrequenzen. Nimmt aber die Pulsfrequenz sehr er-ch zu, so verliert dieses Gesetz bis zu einem gewissen Grade seine Geltung. Muskel-n steigert die Pulsfrequenz sehr erheblich, bei mässiger Körperbewegung er Puls sogleich um 10—20, bei längerer Fortsetzung um 30 Schläge in der Minute, Laufen erhöht die Pulszahl um das Doppelte, ja Dreifache der Norm, dabei verringert vie wir oben sahen, die Kreislaufszeit aber nicht in dem Verhältniss, wie die Puls-ız gesteigert ist. Bei dem oben (S. 483) angeführten Versuche Hering's war bei dem in der Ruhe Pulsfrequenz 36, Athemfrequenz 8, die Kreislaufszeit 22,5, nach längerem stieg die Pulsfrequenz auf 100, die Athemfrequenz auf 24, während sich die Kreis-it nur auf 17,5 Secunden verminderte. Die Athem- und Pulsfrequenz sind auf das he gesteigert, die Beschleunigung des Kreislaufs ist dagegen nur wie 1,3 zu 1. Dass ieber die Kreislaufszeit sogar vergrössert, d. h. der Blutumlauf verlangsamt ist, wurde ›ben erwähnt. Die frequenteren Ventrikelcontractionen treiben dann erheblich weniger die Arterien ein als in der Norm Vagusdurchschneidung ändert die Kreis-it nicht erheblich.

: **Blutmenge des Menschen** berechnete Vierordt nach den bisher angeführten Thatsachen en Blutkreislauf. Alles Blut des Körpers fliesst während einer Kreislaufszeit ein rch das linke Herz, nach dem eben angeführten Vierordt'schen Gesetz treiben die :rsystolen bei allen Warmblütern dieselbe proportionale Blutmenge aus, nämlich · gesammten Blutmasse. Da wir beim Menschen (S. 482) die mittelst einer Kammer-entleerte, absolute Blutmenge kennen, so ergibt sich die Gesammtblutmenge nschen direct. Die Kreislaufszeit des Menschen ist 23,1 Secunde, während dieser das Herz im Mittel 27,7 Systolen. Eine Systole des linken Ventrikels treibt 172cc Blut so ist die Blutmenge des Menschen = 4760cc, in runder Zahl = 5000 Gramm = 10 Pfd. rchschnittliche Körpergewicht zu 63,6 Kilogramm angenommen, ist die Blutmenge

$\frac{1}{12,6} = \frac{1}{13}$ des Körpergewichts. Eine Ventrikelsystole treibt also ein Blutgewicht au des Körpergewichts. Vierordt übertrug diese Berechnungsweise, auf die letzte Gı stützend, auch auf die übrigen Warmblüter. Doch ist das mittlere Körpergewicht bei Thieren procentisch zu sehr von dem absoluten verschieden, als dass diese Berec sie mehr als Annäherungswerthe für ihre Blutmasse geben könnte. Vortrefflich st gegen die Vierordt'sche Berechnung für den Menschen mit den directen Bisc Bestimmungen, die auch für das gleiche Mittelgewicht genau die gleiche Blutmasse ergaben. Bei grösseren normalen Thieren wird diese mittlere Uebereinstimmung zutreffen. Nach Vierordt's Berechnung sollte die Blutmenge aller Warmblüter $\frac{1}{13}$ des Körpergewichts betragen.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich weiter, dass die normal durch die Gewichts Körpermasse (1 Kilogramm) verschiedener Thiere in der Zeiteinheit strömenden B sich verhalten, wie die Pulsfrequenzen. Je rascher also die Herzschläge, desto wird, Gleichheit der übrigen Bedingungen vorausgesetzt, der Stoffwechsel eine sein. Für dasselbe Thier gilt das aber bei wechselnder Pulsfrequenz nur mit der gedeuteten Einschränkungen des Vierordt'schen Gesetzes.

Die mittleren arteriellen Blutdrücke (a) zweier Thierarten verh wahrscheinlich umgekehrt, wie die in gleichen Zeiten durch gleiche Körpergewicht den Blutmengen (b), die Produkte von a in b müssen dann gleich sein, wirklich diese Produkte nach den Vierordt'schen Angaben auffallend überein.

	a	b	ab
Pferd . .	280 mm Quecksilber	152	425
Hund . .	150 - -	272	408
Kaninchen .	70 - -	620	434

Setzen wir ab im Mittel = 422, so berechnet sich für den Menschen ein m arterieller Blutdruck von 200 mm Quecksilber.

Accommodationserscheinungen an den Blutgefässe J. Pawlow's Beobachtungen besteht ein physiologischer Gegensatz : der Weite und dem Blutdruck in den Eingeweidegefässen, und der W dem Blutdruck in den Hautgefässen. Die Folge davon ist, dass durc auf einem »Thätigkeitswechsel« (J. Ranke) der Blutgefässe bei Accommodationsvorgang der Blutdruck im Arteriensystem auch bei sehr l lichen Veränderungen in der Blutvertheilung, z. B. bei der Verdau sehr unwesentlich verändert wird. Die Accommodation des Gefässrohr Pawlow aus einer mit der Erweiterung der Eingeweidegefässe reflektor tretenden Verengerung der Hautgefässe. Er kam zu diesen Schlüss directe Blutdruckmessungen in Hautarterien bei »tressirten« nicht cura oder curarisirten Hunden, und durch Beobachtungen der Blutgef Kaninchenohr vor und während der Verdauung.

Das Volum des Herzens und die Weite der grossen Arterien. Pubertätsentwickelung des Herzens.

Wir haben im V. Capitel an der Spitze unserer Betrachtungen Gesetze der Ernährung der Verschiedenheiten gedacht (S. 30), we Vorgänge des Stoffwechsels wie des Gesammtlebens erleiden durch der

r Organzusammensetzung des Gesammtorganismus. Die verschiedenen ısarten, die verschiedenen Geschlechter, aber auch jedes Einzelindividuum erhältniss zu jedem anderen lassen sich charakterisiren durch die mit der festzustellenden Verschiedenheiten in der relativen Masse, in welcher die torgangruppen: Muskeln, Knochen, Nervengewebe, Blutleitungsapparat, , Fettgewebe, Drüsen sich an dem Aufbau des Körpers betheiligen. Wäh- bei dem Erwachsenen das Muskelsystem quantitativ mächtig entwickelt vogegen Drüsen und Nervengewebe sehr stark zurücktreten, sehen wir die eren beiden Organgruppen beim Kinde relativ weit stärker an dem Ge- ntgewicht des Körpers sich betheiligen, während die Muskelmasse nur etwa so stark wie bei dem Erwachsenen concurrirt. Weib und Jüngling stehen entlich in der relativen Ausbildung des Drüsengewebes dem kindlichen noch näher, als der erwachsene Mann. Directe Stoffwechselversuche, e die Erfahrungen über die verschiedene Blutvertheilung im Organis- (Cap. X) haben uns gelehrt, dass die verschiedenen Hauptorgan- pen sich in quantitativ ganz verschiedener Weise an dem Gesammtstoff- ısel des Organismus betheiligen, so dass in dieser Beziehung schon, her- ehend aus der verschiedenen Organzusammensetzung, die wesentlichsten rschiede zwischen den verschiedenen Lebensaltern, Geschlechtern, Einzel- viduen sich ergeben. Die Lehre vom Thätigkeitswechsel der verschiedenen ıne hat unseren Einblick in die hier obwaltenden Verhältnisse noch wesent- erweitert.

Die neueren Entdeckungen wesentlicher physiologischer und anatomischer schiedenheiten in der Weite der Blutgefässe, im Volum des Herzens und erer wichtiger, reichlich Blut enthaltender Organe (Lunge, Leber etc.) in verschiedenen physiologischen (und pathologischen) Zuständen, in den ver- iedenen Lebensaltern und Geschlechtern bringen nach der angedeuteten itung weitere Fortschritte unserer Erkenntniss. Von dem von Pawlow ge- denen physiologischen Wechselverhältniss der Weite und des Blutdrucks der tgefässe und Baucheingeweidegefässe, welches sich als eine Art Accommo- onsvorgang charakterisirt und sich direct unseren Angaben anschliesst r den Thätigkeitswechsel der Organe (cf. Cap. V, und Cap. X), war n schon die Rede (S. 490). F. W. Beneke hat wichtige Entdeckungen r die normalen Wachsthums- und Grössenverhältnisse der einzelnen ana- ischen Apparate, namentlich des Herzens und der Blutgefässe beigebracht. stellt sich nach Beneke heraus, dass von der Geburt bis zur Vollendung der ertät eine vollständige Umkehr des zwischen der Grösse des Herzens und Weite des arteriellen Gefässsystems bestehenden relativen Verhältnisses tfindet. In der Periode des kindlichen Alters finden wir ein relativ kleines z neben relativ weiten Arterien. Dies Verhältniss bleibt mehr oder weniger selbe bis zum Eintritt der Pubertät. Mit und während derselben und mit gleichzeitigen Längenwachsthum des Körpers kehrt sich dasselbe aber in ze einer raschen Volumszunahme des Herzens und eines relativ geringen chstbums der Arterien im Querdurchmesser um, und nach Vollendung der ertät finden wir ein relativ grosses Herz neben relativ engen Arterien. Im en Kindesalter verhält sich das Volum des Herzens zur Weite der Aorta endens circa wie 25 : 20; vor Eintritt der Pubertät wie 140 : 50; im er-

wachsenen Alter wie 290 : 61. Wir müssen daraus schliessen, dass der Blut- druck des grossen Kreislaufs im Kinde ein weit geringerer ist, als im erwach Menschen; daraus erklären sich zugleich die Nothwendigkeit und die B gungen der rascheren Arbeit des kindlichen Herzens. Da aber die Hö Blutdrucks ein wesentlicher Faktor ist für die Regulirung des Flüssigke kehrs zwischen Blut und Organ und damit für die Vorgänge der Ernä so liegt in jenen Verhältnissen zugleich eine Erklärung für die gröss tensität des Stoffwechsels und z. Thl. auch für die rascher voranschrei Wachsthumserscheinungen des kindlichen Organismus. Mit dem Eintr für den Erwachsenen als normal zu betrachtenden relativ hohen Blutdru grossen Kreislauf hört das Längenwachsthum des Körpers auf. Als Be der während der Pubertätszeit eintretenden raschen Volumszunahme des H BENEKE's Pubertätsentwicklung des Herzens, haben wir vor All mit dem Längenwachsthum des Körpers zunehmende Engerwerden der A zu betrachten. In Folge der dadurch vermehrten Herzarbeit nimmt d wie alle stärker angestrengten Muskeln an Masse zu.

Ganz entgegengesetzt den Blutdruckverhältnissen im grossen Kreis stalten sich nach BENEKE jene im kleinen Kreislauf. Im kindlichen Alte Art. pulmonalis relativ weit, die Aorta ascendens relativ eng, nach Voll der Körperentwickelung erreichen beide grossen Gefässe einen fast g Umfang, im späteren Alter übertrifft die Pulmonalis die Aorta um ein G In den Lungen der Kinder ist daher der Blutdruck ein weit höherer, als Lungen Erwachsener; damit hängt es zusammen, dass die Kohlensäurea dung und Respirationsfrequenz eine relativ zum Körpergewicht und zur l länge beim Kinde viel bedeutendere ist, als beim Erwachsenen. Auch Entwickelung der Lungen scheint dieses Verhältniss von Wichtigkeit z so dass eine relativ enge Pulmonalis des Kindes ein kleines, eine relat weite Pulmonalis des Kindes ein grosses Lungenvolumen bedingen würd

BENEKE hat seine Untersuchungen nicht nur auf die Aorta ascenden dern auch auf die Aorta thoracica und abdominalis, sowie auf die wich grossen arteriellen Gefässstämme ausgedehnt. Absolut nehmen alle A von der Kindheit bis ins Alter an Weite zu, wenn auch in verschiedenem Anders gestalten sich die Resultate, wenn wir die Weite der Arteri gleiche Körperlänge berechnen. Es ergibt sich dann, dass alle Arter Kindesalter relativ weit sind, von da an im Verhältniss zur Körperlä Weite abnehmen bis zur Pubertätszeit, um sich dann wieder relativ zu tern, bis sie im senilen Alter die verhältnissmässige Weite im ersten l alter wieder erreicht haben. Sehr bemerkenswerth sind die Beobacht dass diese Veränderungen in der Weite der Arterien für die einzelnen A bestimmte Gesetzmässigkeiten erkennen lassen und zwar für verschied terien verschiedene. Bei Kindern im ersten Lebensjahre ist die Subcla mächtiger entwickelt als die Iliaca communis, sie nähern sich dann in ihre senverhältnissen langsam mehr und mehr an, und im höheren Alter sel das Grössenverhältniss umgekehrt wie beim Kinde. Dass diese und Veränderungen in den relativen Grössenverhältnissen der Arterien mit V rungen in der physiologischen Thätigkeit der von den betreffenden A versorgten Organe und Organgruppen einhergehen, sehen wir sehr deutl

ıthumsverhältnissen der Carotis communis. Wir bemerken hier anstatt ahme nach der Geburt bis ins zweite Jahr eine beträchtliche Zunahme , diese trifft zusammen mit der Periode des grössten Wachsthums des Nun tritt mit dem grösseren Längenwachsthum des Körpers die bei ren Arterien beobachtete relative Abnahme der Weite ein. Sind die the geschlossen und damit das Wachsthum des Gehirns annähernd so bleiben die Weiteverhältnisse der Arterie in auffälligster Weise anze Leben constant, im 80. Lebensjahre ist sie (Car. comm. sin.) im 8., während dieser ganzen Zeit betragen die relativen Differenzen hr als 1 mm. Im Allgemeinen erscheinen die Arterien rechterseits ter als linkerseits, namentlich für die Subclavia constatirt, was mit ren Benutzung der Muskulatur der rechten Körperhälfte zusammen- scheint. Während in den ersten 6 Lebensjahren die Carotis absolut v viel weiter ist, also mehr Blut führt als die Iliaca, trittt hierin in tätszeit Gleichheit ein, mit vollkommener Ausbildung des Längen- ıs des Körpers überwiegt dann die Iliaca die Carotis mehr und mehr, ɜr das Doppelte.

rz zeigt nach BENEKE die relativ stärkste Zunahme im ersten und zweiten Lebens- ıluss des letzteren hat sich das Volum bereits verdoppelt, von 22—44 cm. In den ahren schreitet das Wachsthum des Herzens langsamer vor bis zu 90 cm, noch lang- ım 15. Jahr bis zu 150—160 cm. Nun kommt die Zeit der Pubertätsentwickelung, las Herz die oben angegebene rasche Volumszunahme erkennen lässt, indem sein zum 20. Jahre noch um ca. 100 cm wächst. Von da an bis zum 50. Lebensjahr Herz jährlich nur noch um etwa 1—1,5 cm. Im höheren Lebensalter folgt eine umsabnahme, in den 70er Jahren vielleicht constant wieder eine geringe Zu- che, wie die Alterserweiterung der Arterien. wohl z. Thl. auf einer Erschlaffung ıgen und passiven Ausweitung beruhen mag. Das Herz der Frauen ist in allen den kleiner, als das der Männer.

constatirte die von ENGEL u. A. gefundene Massen- resp. Volumsverschiedenheit und linken Ventrikels. Bei Neugeborenen verhält sich der rechte zum linken wie 1 : 1,4; dann wächst der linke Ventrikel weit stärker, im 3. bis 6. Lebens- ıt schon das Verhältniss 1 : 2,4, im 2. Lebensjahr sogar 1 : 2,7—2,89, welches r das übrige Leben ziemlich constant zu bleiben scheint, und zwar für Männer

ossen Arterienstämme nehmen sämmtlich von Anbeginn des Lebens bis :hen Ende desselben ständig an Umfang zu, relativ am stärksten in den ersten n, sowie in der Pubertätszeit, von da an nur langsam. Davon machen, wie wir angaben, nur die Carotiden eine Ausnahme. Die Blutvertheilung ist so- verschiedenen Lebensaltern eine verschiedene.

rliegt keinem Zweifel, dass mit der oben constatirten relativen Verengerung der ler Pubertätsperiode nicht nur ein in dieser Zeit relativ am höchsten stehender ondern auch eine relative Abnahme der Gesammtblutmenge Hand in Hand geht. en anderen physiologischen Funktionen macht sich aber auch hier eine Art von n geltend. Mit dem gesteigerten Blutdruck nimmt cet. par. die Blutbewegung h ein relativer, freilich nicht vollkommener Ersatz für die geringere absolute ɜboten wird.

chiedene Entwickelung der Organe, unter denen Herz und Blutgefässe eine be- ıtige Rolle spielen, geben uns in Verbindung mit den Schwankungen in dem ınd dem daraus hervorgehenden physiologischen Verhalten der Organe und des

Gesammtkörpers einen Einblick in die verschiedenen »Constitutionen«, deren ' denheit so gross ist, wie die Anzahl der untersuchten Individuen, und welche nach bei jedem Einzelindividuum, namentlich nach den Altersperioden, sich änderte.

Accessorische Einwirkungen auf die Blutbewegung, namentlich in den

Zur Vollendung des Kreislaufs in den Venen kommen ausser den genannten noch andere Hülfskräfte zur Verwendung. Da die Venenwan schlaffer sind als die Arterienwandungen, so kann schon ein schwacher ä Druck die Wandungen zusammenpressen und das Fliessen des Blutes gedrückten Stellen dadurch unterbrechen. Wenn der Druck nur auf ei ausgeübt wird, so kann sich wegen der vielfachen Anastomosen das Bl anderweitigen Ausweg suchen, im anderen Fall staut sich das Blut in de an, indem die Venenklappen ein stärkeres Zurückweichen des Blu hindern. Die Lungen sind im Brustraume so eingefügt, dass sie etw ihr natürliches Volumen ausgedehnt sind. Vermöge ihrer Elasticität su sich zu verkleinern und üben dadurch einen negativen Druck a Umgebung im Thorax aus, wodurch dort alle Hohlorgane ausgespannt müssen. Wir sahen schon, dass darin z. Thl. der Grund für die passi derausdehnung der erschlaffenden Herzhöhlen liegt, wodurch sich diese aus dem venösen Blutgefässsysteme mit Blut anfüllen. Es saugt also de aus den Körpervenen (auch Lymphgefässen) Blut in die grossen, innerl Brust liegenden Venen und schliesslich in das Herz. Der Blutdruck Venen kann dadurch entweder null werden oder in der nächsten N Brustraumes, wie wir oben sahen, sogar negativ. Wird eine solche Ve am Halse geöffnet, ohne dass ihre Wände sogleich wieder zusammenfall nen, so spritzt sie nicht, sondern kann vermöge ihres negativen Druc ansaugen, wodurch manche plötzliche Todesfälle bei Operationen hervo werden. Die eingetretenen Luftbläschen stauen sich in den Kapilla Herzens und unterbrechen dadurch den Blutkreislauf in demselben, w das Herz fast momentan gelähmt wird. An anderen Stellen des Gefässs ist der Lufteintritt ziemlich ungefährlich.

Bei der Einathmung, wobei sich die Lunge noch weiter ausdehn der negative Druck, der Blutzufluss zum Herzen wird also dadurch besch Umgekehrt wird der letztere durch Ausathmung aus dem entgegeng Grunde etwas behindert. Im entgegengesetzten Sinne wie auf den Ven lauf machen sich diese Druckschwankungen auch auf den Blutlauf Arterien geltend. Der stärkere negative Druck während der Inspiratio die Arterien in der Brusthöhle etwas aus und vermindert dadurch d druck in ihnen, umgekehrt ist es bei der Exspiration.

Während der Exspiration empfängt aber zunächst das rechte He aber auch die Aorta weniger Blut, es steigt also der arterielle Blutdruck Anfang der Exspiration, später sinkt er wieder. Das Umgekehrte ist Inspiration der Fall. Unter ihrem Einfluss füllen sich alle blutführenden auch die Aorta, in der Brusthöhle stärker mit Blut an. Der arterielle B kann also nur im Anfang der Inspiration sinken, mit der stärkeren Blut

a wird er gegen das Ende der Inspiration wieder ansteigen. Diese mit den mbewegungen synchronen Druckschwankungen in den Arterien schreiben bei Anwendung des **Kymographions** selbst als **Athemcurven** auf, :he viel grösser sind, als die Pulscurven. Auf jeder Athemcurve sitzen als nere Erhebungen die während der Zeit des Ein- und Ausathmens eingetre-n Druckschwankungen in Folge der Herzpulse auf. Während der Exspira-ı sind die Pulse etwas frequenter, als während der Inspiration. Die Saug-kung der Lunge lässt sich experimentell bis in die Schenkelvene nachweisen.

Bei den Venen wirkt, wie bei den Lymphgefässen, die Anwesenheit der ppen in gewissem Sinne befördernd auf den Blutstrom ein, indem ihrer llung zu Folge jeder **Druck**, der auf eine Vene ausgeübt wird, das Blut nur wärts dem Herzen zu treiben kann. Dadurch wird die Lage vieler Venen schen Muskeln für die Blutbewegung von Wichtigkeit, da die Muskelcontrac-en durch den Druck, den sie auf die Venen ausüben, das Blut im Sinne des malen Blutstromes vorwärts pressen, indem die Klappen ein Rückströmen hindern. An der Oberschenkelvene gestaltet sich die Lagerung vom Knie zum Poupart'schen Band geradezu zu einem Saug- und Druckapparat Braune).

Bei Venen, welche, wie die der Knochen, die Blutleiter der Schädelhöhle , vor äusserem Druck geschützt sind, fehlt das Bedürfniss der Klappen, hier en letztere auch und ebenso in kleineren Venen, bei denen die reichliche stomosenbildung die Druckwirkung beseitigt. Ein lokaler Druck auf eine e mit Klappen treibt das Blut von dieser Stelle mit beschleunigter Geschwin-keit dem Herzen zu, während es hinter der gedrückten Strecke bis zur sten Klappe staut, und auch hinter der Klappe findet noch, trotz der Ana-osen, eine schwache Stauung statt. Wird der Druck beseitigt, so ergiesst stärker gespannte Vene ihren Inhalt mit entsprechend grösserer Geschwin-eit.

Bei manchen Venen wirkt auch die **Schwerkraft** für die Blutbewegung nen förderlich. Es ist klar, dass dieses bei den Venen des Kopfes und Halses l aufrechter Stellung der Fall sein muss. Auf die venöse Blutbewegung in ı unteren Extremitäten wirkt sie dagegen verlangsamend, worauf man die ıfigen Venenerweiterungen an den unteren Extremitäten bei Leuten mit vor-egend stehender Beschäftigung zu beziehen pflegt. Die praktische Chirurgie eht von dem Einfluss der Schwere auf die Blutbewegung eine sinnreiche wendung, indem sie durch höhere Lagerung entzündeter Gliedmassen den ıösen Blutabfluss aus ihnen erleichtert. Diese einfache antiphlogistische Me-de hat oft grössere Wirkung, als lokale Blutentziehung.

Das wichtigste unter den accessorischen Momenten bei der Blutbewegung ibt jedoch immer die **Aspiration durch den Thorax** und der **Ein-ıss der Athembewegungen**.

Rüdinger macht darauf aufmerksam, dass bei den durch knöcherne Canäle hindurch-enden Arterien die Pulsation dadurch ermöglicht wird, dass sie von einem Ring, gleichsam einer Scheide venöser Gefässe umgeben sind, welche bei der Ausdehnung der Arterie ıprimirt werden. **Dadurch wird die Pulsation in der Arterie für diese** ıen **aber auch zu einer accessorischen Unterstützung der Blutbewe-**ıg. Diese Verhältnisse sind gegeben z. B. im carotischen Canal, bei der Arteria

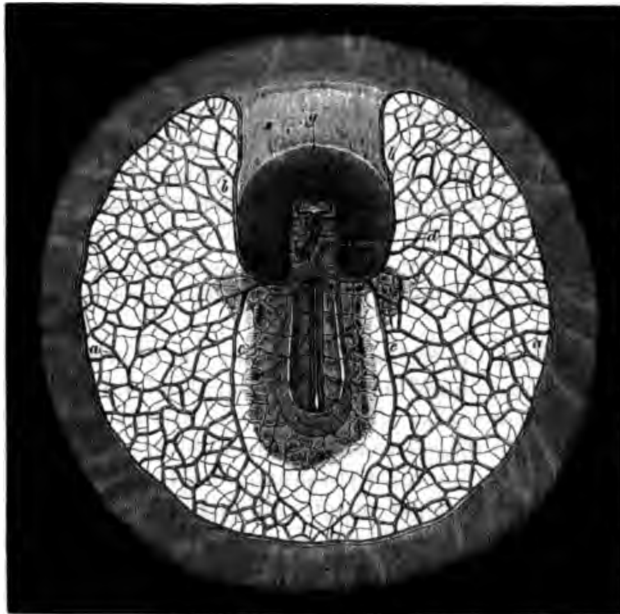
vertebralis in den knöchernen Ringen der Querfortsätze der Halswirbel, sowie bei a Knochenvenen.

Die Blutbewegung in den Venen zeigt, da sie einigen unregelmässig wirkenden Einflü unterliegt, weit öfter Störungen, als in den Arterien.

Dieselben Momente, welche wir an der Bewegung des venösen Blutes theilnehmen s kommen auch bei der **Lymphbewegung** zur Geltung. Auch hier werden die Klappen sam; auch hier macht sich die Aspiration des Thorax geltend, da ja die Lymphgefä offner Verbindung mit den Venen stehen. Der Milchbrustgang, Truncus lym ticus communis sinister, mündet in den Vereinigungswinkel der V. subcl sinistra und V. jugularis comm. sinistra ein. Der rechte Lymphgefässst Truncus lymphaticus communis dexter, geht in die Vena subclavia d An den Einmündungsstellen finden sich Klappen, links zwei, rechts eine, von halb förmiger Gestalt, welche das Eindringen von Venenblut unmöglich machen.

Bei starken Ausathmungsbewegungen, z. B. Husten, staut sich das Blut in den des Halses und Kopfes an. Verschliesst man Mund und Nase und macht dabei eine Ausathmungsbewegung, so nimmt die Füllung des Herzens mit Blut rasch ab, der Pul sehr klein. Man durch diese Comp des Brustraums die nung in demselben wahrscheinlich zu positiven machen, durch dann das F des Venenblutes zu zum rechten Herzen und mehr aufhört. E BER zeigte, dass im h Grade der Wirkung stolen nicht mehr im sind, die geringe Blu im Ventrikel geh spannen, um sie i Arterie einzutreiben. Puls bleibt dann aus es kann Ohnmacht eint Ein Theil der Wirkung wohl aber auch vo Vaguszreizung her, w in Folge der Kohlens anhäufung im Blute Vaguscentrums eintritt

Fig. 119.



Fruchthof eines Kaninchens mit Embryo von der Bauchseite, von 4 Par. Linien Durchmesser, mit vollkommen entwickeltem erstem Gefässsystem. Nach BISCHOFF, etwas verkleinert. *a* Vena oder Sinus terminalis, *b* Vena omphalomesenteria, *c* starker hinterer Ast derselben, *d* Herz, schon S-förmig gebogen, *e* primitive Aorten oder Arteriae vertebrales posteriores, *ff* Art. omphalomesentericae, *g* primitive Augenblasen. Man sieht das feinere oberflächliche (nach aussen gelegene) mehr arterielle und das stärkere tiefe, mehr venöse Gefässnetz im Fruchthof.

Zur Entwickelu geschichte des Gef systems. Fortsetzung oben S. 469). Das e Gefässsystem. Die Embryonalanlage b weder Gefässe noch kreislauf. Der erste K lauf hat zunächst die Aufgabe, aus dem Inhalt der vom mütterlichen Organismus stamme Keimblase Nahrungsmaterial aufzunehmen, das, da der Embryo selbst noch keine fei Gefässverzweigungen besitzt, vor Allem dem Wachsthum des Fruchthofes zu dienen hat.

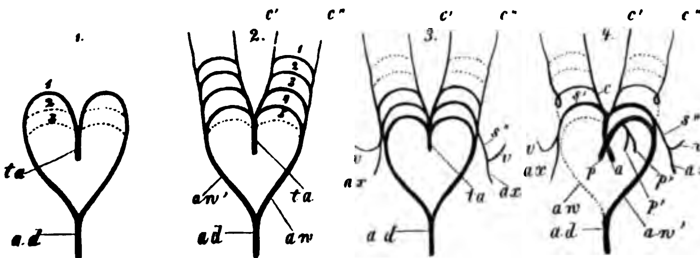
yonalanlage scheint in dieser Periode (Kölliker) noch auf eine directe Aufnahme von igkeit aus der Keimblase besonders durch die Zellen seines Darmdrüsenblattes angen zu sein.

Aus dem oberen Theil des noch S-förmig gebogenen einkammerigen Herzens (S. 454) gehen Arcus aortae hervor, die sich zuerst nach oben zur Wand der Kopfdarmhöhle len, um dann längs der hinteren Mittellinie zu verlaufen. Sie vereinigen sich bald zu n kurzen, einfachen Aortenstamm, der sich wieder in zwei parallele Aeste spaltet, die riae vertebrales posteriores oder primitive Aorten, die unterhalb der Urwirbel n der Chorda gelegen (Fig. 119) bis zum Ende des Embryo gelangen. Hierbei geben sie —5 Aeste: Arteriae omphalo-mesentericae oder Nabelgekrösarterien ab. Diese n, ohne dem Embryo selbst Zweige abzugeben, in den Fruchthof, wo sie über die ganze he des Fruchthofs mit den den Embryo ebenfalls verlassenden Ausläufern der primitiven n ein oberflächliches, ziemlich dichtes Gefässnetz bilden. Am Rande des Fruchthofs det dieses Gefässnetz in eine starke Vene, Vena s. Sinus terminalis, die beinahe den n Fruchthof umkreist. Am Kopfe biegt sie sich gegen den Embryo mit zwei Stämmen, mphalo-mesentericae, Nabelgekrösvenen, um, welche in das hintere Ende des s einmünden, nachdem sie noch zwei hintere Venenstämme aufgenommen haben. Die n hängen durch ein ähnlich zierliches, aber etwas weiteres und tiefer liegendes Gefässunter einander wie die Arterien zusammen.

Der Placentarkreislauf hat schon S. 55 Erwähnung gefunden (cf. S. 504). Oben n wir, dass das entwickeltere Herz nach vorne zunächst den Truncus arteriosus entsendet, sich nach kurzem Verlauf in die zwei Arcus aortae spaltet, die in der Wand der darmhöhle bogenförmig und konvergirend nach hinten laufen und sich vereinigen. r dem ersten Aortenbogen, gleichsam als Queranastomosen seiner beiden Schenkel, hen noch zwei Aortenbogen, der Innenfläche der Kiemenbogen entsprechend (Fig. 45,). In der Folge entstehen noch weitere zwei Aortenbogen, doch schwinden gleichdie vorderen wieder, so dass meistens nicht mehr als drei Paare gleichzeitig vorhannd.

e Aortenbogen entsprechen den Kiemenbogen, und sie erscheinen als eine Wiederhoes ersten Entwickelungszustandes der Kiemengefässe der Fische und Batrachier. Bei öheren Wirbelthieren, bei welchen sich keine Kiemen ausbilden, vergeht ein Theil der nbogen wieder, und der sich erhaltende Theil findet eine ganz andere Verwendung, als en durch Kiemen athmenden Thieren. Die Umbildung ist in Fig. 120 schematisch stellt.

Fig. 120.



a zur Darstellung der Entwickelung der grossen Arterien mit Zugrundelegung der von Rathke gegebenen n. 1. Truncus arteriosus mit ein Paar Aortenbogen und Andeutung der Stellen, wo das zweite und dritte Paar bildet. 2. Truncus arteriosus mit vier Paar Aortenbogen und Andeutung der Stelle des fünften. 3. Truncus iosus mit den drei hinteren Paaren von Aortenbogen, aus denen die bleibenden Gefässe sich entwickeln, und ellung der obliterirten zwei vorderen Bogen. 4. Bleibende Arterien in primitiver Form und Darstellung der rirten Theile der Aortenbogen. *ta* Truncus arteriosus, 1—5 erster bis fünfter Aortenbogen, *a* Aorta, *p* Pulnalstamm, *p' p''* Aeste zur Lunge, *aw'* bleibende Wurzel der Aorta thoracica *a d*, *a w* obliterirende Wurzel der-, *s' s''* Subclaviae, *v* Vertebralis, *a x* Axillaris, *c* Carotis communis, *c'* Carotis externa, *c''* Carotis interna.

Im Wesentlichen entwickeln sich die bleibenden grossen Arterien aus den dı Aortenbogen, doch erhält sich in der Carotis interna (c'') und Carotis externa (c' Theil des ersten und zweiten Bogens. Von den drei letzten Aortenbogen wird de (der dritte in Fig. 120) zum Anfang der Carotis interna, die Carotis communis (c) sich aus dem Anfang des ursprünglich ersten Arcus aortae. Der zweite bleibende der ganzen Reihe) Aortenbogen tritt nach der Trennung des Truncus arteriosus und Pulmonalis auf beiden Seiten mit der Aorta in Verbindung, links wird er benden Arcus aortae, rechts liefert er den Truncus anonymus und den Anfang clavia dextra (s'). Die Verbindungen zwischen dem ersten und zweiten bleibenden der Abbildung Fig. 120 durch punktirte Linien angedeutet) verschwinden. Der d innerste der bleibenden Bogen (der fünfte der ursprünglichen Zahl) verschwindet re falls vollständig, links verbindet er sich mit der Pulmonalis und entwickelt die beider arterienäste (p' p''), bleibt aber während der ganzen Foetalperiode mit dem bleiben aortae in Verbindung (Ductus Botalli), so dass das Blut der rechten Kammer in descendens sich entleert.

Bei den durch Kiemen athmenden Thieren entwickelt sich von den bogen, die hier meist zahlreicher angelegt sind, als bei den Säugern, in die sich Kiemenblättchen ein Blutgefässnetz, welches sich in Kapillaren auflöst und schliessli in grössere Gefässe gesammelt wird, welche in die Aorta einmünden. Die ursprün fachen Aortenbogen werden hier sonach in ihrer Mitte in ein Kapillarsystem verbre der Athmung in den Kiemen vorsteht. Die zuführenden, venöses Blut enthaltende sind die Kiemenarterien, die aus den Kiemenkapillaren sich sammelnden, arteri enthaltenden Gefässe sind die Kiemenvenen. (Ueber das Herz der Fische und ander cf. oben S. 459.

III. Ausscheidungen aus dem Blute.

Dreizehntes Capitel.

Die Athmung.

Lunge und Athembewegungen.

Begriff der Athmung.

Der Process der Athmung, der Wechselverkehr des Organismus mit der mosphäre, zerfällt in zwei wesentlich getrennte Vorgänge.

Ueberall, wo das Blut, das den Wechselverkehr des Organismus mit der t besorgt, mit dieser in so directe Berührung kommt, dass eine Gasdiffusion treten kann, sehen wir Sauerstoff aus der Luft in das Blut aufgenommen und lensäure und Wasser dafür ausgeschieden. Es findet sich dieser Vorgang Allem an den Lungen, aber auch an der Haut, deren reich mit Blutgefässen ponnene Drüsenöffnungen der Luft nahen Zutritt zum Blute gestatten, und an den Schleimhäuten des Digestionscanales wird der Sauerstoff der dahin ngenden Luft aufgesaugt und dafür Kohlensäure ausgeschieden. Dieser kehr des Blutes mit der Luft kann als äussere Athmung bezeichnet rden.

Die innere oder Gewebsathmung beruht auf dem gegentheiligen Vorge. Die Gewebe, welche das Blut umspült, nehmen aus ihm den Sauerstoff und beladen das Blut dafür mit Kohlensäure, die sie durch ihre Thätigt erzeugt haben.

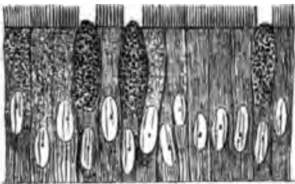
Der Bau der Lunge.

Die Lunge ist eine Drüse. Man hat darin einen Unterschied finden wollen, s sich in der Lunge ein zweifacher Vorgang: eine Stoffabgabe — CO_2 — und e Stoffaufnahme — O — findet, während sich bei den übrigen Drüsen mit führungsgängen zunächst nur eine Stoffabgabe bemerklich macht. Die neuere schung hat jedoch bei einer Reihe von Drüsen eine gleichzeitige Stoffaufme in das Blut neben der Abgabe erwiesen. Am bekanntesten ist dieses der Leber, bei welcher neben der Abgabe von Stoffen zu der Gallebildung e Aufnahme der in den Drüsenzellen gebildeten glycogenen Substanz resp.

des daraus entstehenden Zuckers von Seite des Blutes stattfindet. Das Char teristische des Lungenbaues liegt darin, dass es sich in ihr nicht um Aufnal und Abgabe von tropfbaren Flüssigkeiten, sondern von Gasen handelt. diesen Zweck erleidet das allgemeine Schema der traubenförmigen Drü nach dem die Lunge gebaut ist, einige Abänderungen.

Vor Allem ist es der Ausführungsgang der Lunge, die Trachea, Luftröhre, welche sich von den Ausführungsgängen anderer Drüsen unt scheidet. Die Luftröhre besitzt knorpelige Wände, welche sich durch den we selnden Luftdruck nur wenig zusammenpressen oder ausdehnen lassen, so d sie als offener Weg die Lunge mit der Atmosphäre verbindet. Ein häuti Ausführungsgang würde dieser Aufgabe nicht entsprechen, da ein solcher m nur dann einen wirklichen Hohlraum umschliesst, wenn irgend ein Körper, Substanz, z. B. das Drüsensekret, hindurchgeht, sonst liegen die Wände di an einander an. An solchem Zusammenfallen wird die Luftröhre durch die bis auf eine kleine Strecke an der hinteren Seite umgreifenden Knorpelri verhindert. Letztere werden zwar in den engeren Bronchien etwas unre mässiger, aber erst den Aestchen von 1 mm Durchmesser fehlen sie ganz, w in der Wandung reichliche elastische Fasern auftreten. Den etwas weite sind die Ringe durch unregelmässig gestaltete Knorpelplatten ersetzt. knorpelige Theil wird von aussen von einem fibrösen, mit elastischen Fa gemischten Gewebe überzogen, äussere Faserschicht. Die mittlere Sch der Luftröhre bilden die Knorpelringe. An der Stelle, an der sie hinten stehen, ersetzt die Mittelschicht eine Lage quergerichteter glatter Musk An der äusseren Seite finden sich einzelne Muskelstreifen mit Längsbün Diese Knorpelmuskelschicht wird durch eine Lage Bindegewebe: inn Faserschicht, die durch eine hyaline Grenzschicht, Basalmembran, begr wird, mit der Schleimhaut, der innersten Schicht verbunden. Diese beste ihren innersten, ein geschichtetes Flimmerepithel tragenden L fast ausschliesslich aus dichtverbundenen, der Länge nach verlaufenden e stischen Fasern. Zwischen den mit nach dem Ausgang zu schlage Wimpern besetzten cylindrischen Flimmerze stehen ziemlich gleichmässig vertheilt in re licher Anzahl Becherzellen, oben mit e rundlichen Oeffnung, aus welcher eine schle artige Masse hervorragt und sich ablösen ka Sie stehen vielleicht an Stelle einzelliger Schle drüsen. Ihr Entdecker ist F. E. SCHULZE. der Schleimhaut sind viele Schleimdrüs eingebettet von demselben Bau, der uns von Schleimhaut der Mundhöhle etc. her bekannt i Die Drüsenbläschen der grösseren von die Drüsen sind mit Pflasterepithelzellen ausgekleidet. Es kommen aber auch einfache gabelige Drüsenschläuche vor, die ein Cylinderepithel führen. Wä rend die Luftröhre wenig Blutgefässe und Nerven besitzt, ist dagegen reich an Lymphgefässen.

Fig. 191.



Epithel eines 1 mm starken Bronchialzweiges vom Hunde, frisch. Vergr. 320.

Die Lungen selbst sind zwei grosse dünnwandige, gewöhnlich mit l erfüllte, elastische Säcke, deren einzelne traubenförmige Ausbuchtungen

Blutgefässen, Nerven und Lymphgefässen durch ein bindegewebiges chengewebe verbunden werden. Von aussen sind sie überzogen von einer sen Haut: Brustfell oder der Pleura, welche in ihrem Baue sich an das chfell etc. anschliesst. Sie besitzt Blutgefässe und Nerven, an denen Kölliker glienzellen nachweisen konnte.

Jede Lunge besteht dem Wesen nach aus der Verästelung ihres Luftröhrens — Bronchus dexter und sinister —. Die Bronchien verästeln sich die Ausführungsgänge der anderen traubenförmigen Drüsen baumförmig, m sich jeder grössere Ast meist in zwei, unter spitzem Winkel abtretende ige spaltet. Die Zweige setzen diese Verästelung in derselben Weise fort, endlich eine sehr grosse Anzahl zarter und enger Bronchialzweige entstan ist, die einen reich verästelten Baum darstellen. Nirgends communiciren e feinsten Endröhrchen der Bronchien mit einander. Sie finden sich in der zen Lunge, ebenso an der Lungenoberfläche wie im Innern. Die feinsten chialzweige hängen mit den der Athmung dienenden Drüsenelementen der ge, mit den Lungenbläschen, den Alveolen der Lunge zusammen, em jeder mit einer Gruppe solcher Bläschen, den kleinsten Läppchen traubenförmiger sen entsprechen, sich vereinigt (Fig. 122). dieser Bläschengruppe stehen alle sie zusamsetzenden Hohlräume oder Ausbuchtungen in ger, ziemlich offener Verbindung, umschliest einen gemeinsamen Hohlraum, der sich aufts in einen einzigen Bronchialzweig verwan. Dadurch unterscheidet sich die Lunge etwas den traubenförmigen Drüsen. Bei den ann Drüsen dieser Gattung hängt bekanntlich s einzelne Drüsenbläschen gleichsam an einem nderen Stiele an seinem eigenen Ausführgange. Bei der Lunge haben dagegen alle mmen ein Drüsenläppchen darstellenden chen nur einen einfachen Ausmündungsgang. s solche Lungenläppchen hat eine birnförе oder trichterartige Gestalt mit vielfach auschteten Wandungen, Luftzellen. Die chterform hat ihm den Namen Infundilum eingetragen. Die Alveolen selbst sind dlich, nur an der Lungenoberfläche durch gegenseitige Abplattung mehr kig.

Fig. 122.



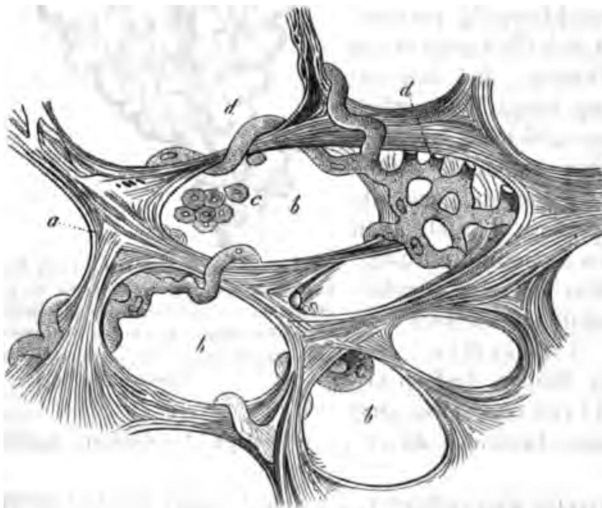
Zwei kleine Lungenläppchen *a a* mit den Luftzellen *b b* und den feinsten Bronchialästen *c c*, an denen ebenfalls noch Luftzellen sitzen. Von einem Neugeborнen. 25 mal vergr. Halb schematische Figur.

Der Bau der Bronchialzweige unterscheidet sich von dem der Trachea nicht r durch die erwähnte Umgestaltung der Knorpelringe in unregelmässige tten, sondern auch dadurch, dass die glatten Muskelfasern bei ihnen eine lständige Ringfaserlage bilden, die an der Stelle, wo der Uebergang in die undibula erfolgt, zu einem förmlichen »Sphincter« sich verstärkt und schleiförmige Faserzüge bis zum Grund der Infundibula entsendet (Rindfleisch). e Schleimhaut trägt dieselben Flimmerzellen wie die der Trachea. Remak llte noch in den feinsten Bronchien traubenförmige Schleimdrüsen gefunden

haben, F. E. SCHULZE vermisste sie dort. In weiteren Aestchen finden sie si sehr zahlreich. Gegen das Ende der feinsten Bronchialzellen werden die Epithe zellen niedriger und nehmen endlich die Plattenform an. Die Lungenbläsch — Alveolen — bestehen nur aus einer Faserhaut und Epithel. Die Faserla besteht aus faserigem Bindegewebe mit elastischen Elementen und ist als Fo setzung der Bronchialgewebe aufzufassen. Die elastischen Fasern bild in ihr ein Balkennetz, von welchem das zartere, oft fast structurlos ersch nende Bindegewebe der Bläschenwand ausgespannt und gestützt wi (Fig. 123). Die Kapillargefässe liegen nur bis höchstens zur Hälfte in die Me bran der Alveolen eingebettet, mit dem übrigen Theil ihrer Seitenwand ragen sie in das Lumen der Alveolen hinein. Die Innenwand der Alveol sowie der ganzen Infundibula und Alveolengänge ist von einem continu lichen, aber nur bei dem Fötus gleichartigen, bei dem Erwachsenen ungle artigen Epithel ausgekleidet. Beim Fötus sind die Epithelzellen platt, 4- 6-eckig, bei Individuen, die, wenn auch noch kurz geathmet haben, wer einige der Zellen grösser, heller, die Kerne verblassen, später werden sie grossen Zellen, unregelmässig eckigen oder leicht wellig begrenzten, dün structurlosen Platten, zwischen denen nur noch einzelne den fötalen ähnli Epithelzellen liegen (F. E. SCHULZE).

Die einzelnen Abschnitte der Lunge werden durch lockiges Bindegewebe zusam gehalten, das durch seine bei dem erwachsenen Menschen reiche **Einlagerung von schw Lungenpigment**, das bei T ren meist fehlt, ausgez net ist. Das Pigm besteht entweder aus regelmässigen oder krystallinischen Körn die sich manchmal au der Wand der Lungenb chen selbst finden; nicht in Zellen eingesc sen. Das Pigment ent sicher zum Theil aus d Blutfarbestoff, zum Thei es aber eingeathmeter festgesetzter Staub, z. Kohlenstaub, an d sogar hier und da noch mikroskopische Struct der Pflanzentheile erke bar ist (TRAUBE, VIRC u.A.). Durch diese Pigme einlagerungen, welche Individuen, die viel Staube von Eisenoxy arbeiten, ziegelroth scheinen, werden die Lungenbläschen sich sammensetzenden Läppchen auch für das freie Auge anschaulich gemacht. Gewöhnlich eine Gruppe von neben einander liegenden primären Läppchen zu einem secundäre

Fig. 123.



Durchschnitt durch die Lungensubstanz eines Kindes von 9 Monaten (nach (ECKER). Eine Anzahl von Lungenzellen *b*, umgeben von den elastischen Fasernetzen, welche balkenförmig jene umgrenzen und mit der structurlosen dünnen Membran die Wandungen derselben *a* bilden; *d* Theile des Kapillarnetzes mit seinen rankenartig gekrümmten und in die Hohlräume der Lungenzellen einspringenden Röhren; *c* Reste des Epithelium.

›n **Läppchen** durch stärkere Pigmentablagerung abgegrenzt. Diese letzteren bilden a sie von einem Bronchialzweige versorgt werden, eine grössere anatomische Einheit. Bezug auf die **Gefässe** lässt sich die Lunge mit der **Leber** vergleichen, indem sie e **drei verschiedene Gefässarten** enthält, die sich in ein ungemein reiches netz auflösen. Bei Lungen, deren Blutgefässe man mit einer gefärbten Masse einge- at, gewinnt es den Anschein, als setze sich die Wand der Alveolen nur aus Blutge- usammen. Ein ähnliches Bild gibt die mikroskopische Beobachtung der lebenden nge, wo das Blut über die Alveolen scheinbar in breitem Bette sich ergiesst, aus dem kapillaren Wände, die dasselbe durchschneiden, kaum wahrnehmen kann. Das Netz ;enkapillaren ist das feinste im ganzen Körper und umspinnt die Luftzellen sehr voll-

Aeste der **Pulmonalarterie**, welche das venöse Blut des rechten Herzens in die ührt, verzweigen sich in der Lunge meist den Bronchien entsprechend, doch etwas so dass sie früher als die letzteren zu feinen Gefässchen werden. Schliesslich erhält undäre Läppchen seine Arterie, die sich wieder nach der Zahl der primären Läppchen : Zweige spaltet, welche die einzelnen Alveolen ı (Fig. 124). Diese Zweige der Art. pulm. verlaufen h in dem Zwischengewebe der Läppchen, dann : in die Wandung der Luftzellen selbst ein und n sich dort besonders in den elastischen Faser- Erst hier lösen sie sich in das Kapillarnetz auf. ›m setzen sich die **Venen** zusammen, die an den twas oberflächlicher liegen und in ihrem weite- ıufe den Arterien und Bronchien sich anschlies- Injectionspräparaten sieht man, dass jedes feinste .stchen sich an dem Kapillarnetze mehrerer neben liegender Läppchen betheiligt. Die feinsten ıstchen selbst zeigen hier und da Verbindungen ander. Neben diesen für die eigenthümliche Func- Lunge bestimmten Gefässen besitzt diese noch ein Gefässsystem zur Ernährung ihres Gewebes, die ıten **Bronchialarterien**. **Diese führen onchien arterielles Blut zu**, geben Aeste ʟymphdrüsen an den grösseren Bronchien, die ınchialdrüsen, ab und versorgen die Blutge- Lunge, besonders die Arterien, reichlich mit Er- ›gefässen. Auch die **Pleura** erhält durch sie das nöthige arterielle Blut. Die Kapil- · Bronchialarterien scheinen ihr Blut theilweise dem des Kapillarnetzes der Lungen- :uzumischen, ein anderer Theil wird durch ein eigenes Venensystem (**Venae iales**) abgeführt.

Fig. 124.



Das respiratorische Kapillarnetz der Pferdelunge nach einer GERLACH'schen Injection. *b* Die die einzelnen Lungenbläschen mehr oder weniger ringförmig umgebenden Endäste der Arteria pulmonalis; *a* das Haargefässsystem.

Lunge ist sehr reich an **Lymphgefässen**, die nicht nur ein reiches Netz über der Lun- läche bilden, sondern auch vielfach in dem Gewebe selbst sich verzweigen und mit ıen Lymphdrüsen: **Pulmonal-** und **Bronchialdrüsen** zusammenhängen.

;us und **Sympathicus** senden ihre Zweige in die **Nervengeflechte** — **Plexus ıalis anterior und posterior** —, von denen die Zweige an und in die Lunge m sich an den Gebilden derselben zu verästeln. Im Lungengewebe selbst sah man zellen eingelagert, sie finden sich namentlich an den Stellen, wo die Nervenstämme len und wo sie sich mit Alveolensepta durchkreuzen; in den subepithelialen Schich- ›n die (amyelinen) Nervenfasern Netze, in deren Knotenpunkten Nervenzellen liegen . S. 501).

Entwickelungsgeschichte. — Die Lunge tritt als Anhangsdrüse des Darmcanals : erscheint beim Hühnchen zuerst als eine hohle Auftreibung der Wand des Vorder-

darms, aus seinen beiden Schichten, Epithelrohr und der Faserwand (Remak), bestehend. S entsteht bei dem Hühnchen etwas später als die Leber, aber schon am dritten Tage fand v. Ba die Lungenanlage dicht hinter der letzten Kiemenspalte zu beiden Seiten der Speiseröhre. D erste Bildung der Lunge scheint bei Säugethieren und Menschen wie bei den Vögeln zu ve laufen. Bischoff sah bei einem Hundeembryo, dessen Darm in der Mitte noch eine we offene Verbindung mit dem Dottersack erkennen liess, die Lungenanlagen als zwei kle dickwandige Ausstülpungen, die noch jede für sich im Anfang der Speiseröhre dicht hin dem Schlunde einmündeten (Fig. 125); sie besteht aus einer unverhältnissmässig dicken, Zellen bestehenden Faserhaut und einem inneren dünneren Epithelialrohr.

Rathke, Coste und Kölliker fanden bei etwas entwickelteren Embryonen (Schaf 11 Mensch von 25—28 Tagen) die Lunge als zwei kleine birnförmige, mit einer einfachen Höh versehene Säckchen, welche durch einen kurzen Gang in Ende des Schlundes mündeten. Bei der weiteren Lunge wickelung wuchert die Faserschicht fort, das innere Epi rohr erzeugt hohle Aussackungen und Knospen, die bald dem Menschen von der 5. Woche beginnend) in jeder Lunge Bäumchen von hohlen Canälen mit kolbig angeschwollenen den bilden, das immer neue hohle Knospen treibt und auf d Weise das respiratorische Höhlensystem liefert. Schon bei Besprechung der Entwickelung des Herzens wurde eigenthümlichen primären Lage der Lungen gedacht (S. Noch im Anfang des zweiten Embryonalmonats nimmt das die ganze Breite und Tiefe des Brustraums ein, unter dems neben Speiseröhre und Magen, zwischen der Leber und Wolff'schen Körper (cf. Harnorgane) liegt die Lunge, so über dem Zwergfell, dessen Lendentheil vornehmlich e trichterförmigen, die Lunge eng umschliessenden Sack bil Im 3. Monat hat sie für ihre typische Lage neben und hinter Herzen Raum gewonnen, indem der Brustraum sich vergröss während das Herz in seinem Wachsthum relativ zurückbl Die Entwickelung der Pleura entspricht der des Bauc fells.

Fig. 125.



Darm des Hundeembryo von unten vergr. dargestellt. Nach Bischoff. a Kiemen- oder Visceralbogen, b Schlund- und Kehlkopfanlage, c Lungen, d Magen, f Leber, g Wände des Dottersackes, in den der mittlere Theil des Darmes noch weit übergeht, h Enddarm.

Die Placenta ist das Athem- und Ernährungsorgan Embryo. Die Placenta foetalis entsteht aus dem der Uterusw zugewendeten Theil des Chorion, indem an dieser Stelle Chorionzotten, in welchen sich nur hier die embryon Placentargefässe: die zwei Arterien und die Vena umbil calis verbreiten, eine sehr bedeutende Entwickelung und mannigfachste Verästelung e fahren. Die letzten Enden der so entstehenden Zottenbäumchen sind sehr verschieden g staltet, kolbig aufgetrieben oder fadenförmig und bleiben ohne Ausnahme frei, ohne Verschmelzung mit dem mütterlichen Theil der Placenta. Sie zeigen alle aussen eine Epith schicht aus Pflasterzellen. In jede Zotte tritt ein Ast der Umbilicalarterie ein, der sich bis die letzten Zottenausläufer verzweigt oder einfach schlingenförmig in die Vene übergeht. D Gefässe des in sich geschlossenen Placentargefässsystems werden von der mütterlich Placentarbildung (Placenta uterina) nur durch das dünne, offenbar sehr leicht für d Flüssigkeitsverkehr durchdringliche Epithel der Zotten getrennt. Die Blutgefässe der mütt lichen Placenta bestehen aus Arterien und Venen, welche aber nicht durch ein Kapillarsyste sondern durch ein System anastomosirender Lücken zusammenhängen, welche ganz und von den fötalen Chorionzotten getragen werden, so dass die Chorionzotten in diesen Bl räumen der mütterlichen Placenta liegen. Das Blut der Mutter umspült also die föta Zotten unmittelbar, so dass ein respiratorischer, ernährender und sekretorischer Stoffa tausch zwischen dem mütterlichen und embryonalen Blute stattfinden kann. Die Zotten bi

freie Kiemen in die sauerstoffhaltige Ernährungsflüssigkeit hinein. Wie bei dem n ist bei den Carnivoren, Nagethieren und Affen der fötale und der mütterliche Theil ›nta untrennbar verbunden, so dass mit dem Gebärakt ein Losreissen des mütterlichen :heils von der Anheftungsstelle stattfinden muss. Bei den Wiederkäuern sind Frucht- :erkuchen ohne Zerreissung trennbar, obwohl die Vereinigung eine sehr innige ist. ›achydermen u. a. fehlt eine wahre Placenta, das Ei, z. B. des Schweines, ›m Uterus ganz lose verbunden, das Chorion trägt fast auf seiner ganzen Oberfläche ›ttchen, welche in leichte Vertiefungen der Uterinschleimhaut eingreifen.

vergleichenden Anatomie. — Die Lunge der Vögel liegt im hintersten Theil :höhle, mit den Rippen verwachsen, Brust und Bauchhöhle sind nicht durch ein ll getrennt. Die Lungenoberfläche zeigt Oeffnungen, welche die Luft aus den n grosse zellige Lufträume in dem Herzbeutel und zwischen den Eingeweiden des s führen. Diese Lufträume stehen durch besondere Oeffnungen mit den hohlen in Verbindung, so dass viele Knochen der Vögel mit Luft gefüllt sind, pneu- he Knochen. Die Luftröhrenzweige bilden zuletzt kurze, blinde, pfeifenartig ıander liegende Röhren, Lungenpfeifen, welche mit einander communiciren. Die :anälchen zeigen Ausbuchtungen und gehen endlich in ein schwammiges Gewebe über. ιeihe der Wirbelthiere sehen wir die Lunge von einfach sackartiger Anlage sich zu dem complicirten Organe entwickeln, das wir bei den Vögeln und Säugern finden. ı Fischen verwandelt sich bei den Dipnoi die Schwimmblase in eine Lunge, ıführende Venen und abführende Arterien das Organ, das sonst noch ziemlich den r Schwimmblase zeigt, nun als wahres Athmungsorgan erscheinen lassen (Gegenbaur). ∖mphibien sind die Lungen auch noch Säcke mit zellenförmigen Vorsprüngen im um Zwecke der Oberflächenvermehrung. Bei den Reptilien vergrössert sich die ? Fläche durch Vermehrung der Luftzellen. Bei den Schlangen, Krokodilen und ›ten ist schon jede Lunge in mehrere grössere und kleinere Abschnitte getheilt, die h durch weite Räume communiciren. Bei den Schlangen zeigen die Lungen, indem ang werden, eine Anpassung an die Körperform, die eine verkümmert dabei mehr ıiger, oder auch gänzlich.

wesentlichen Athemapparate der Fische sind der Athmung im Wasser angepasst: ı, auch sie sind Gebilde, welche von der Wand des Darmrohres her entstehen wie :en. Sie stehen mit Theilen des Visceralskeletes, den Kiemenbogen, in Zusam- ;, indem der Abschnitt des Nahrungscanals, welchen jene umziehen, als Athmungs- iemenhöhle, fungirt. Der wesentlichste Charakter aller Kiemenbildung liegt in ;en das zu respirirende Medium gerichteten Oberflächenvermehrung der respiratori- ›mbran. Zu diesem Zwecke besetzen Blättchen und cylindrische Fortsätze, in denen respiratorische Blutgefässnetz verzweigt, in verschiedener Anzahl und Anordnung ıenbogen, die entweder bei einfachem Bau der respirirenden Fläche zahlreicher wer- er eine Reduction erkennen lassen, wenn der respiratorische Apparat sich in der ıch möglichen Weise complicirt. Am einfachsten, trotz bedeutender Anzahl von ogen, ist der Kiemenapparat bei Amphioxus. Der vordere Theil des Nahrungscanals ı den Stäben des Visceralskeletes wird von vielen Spalten durchbrochen, durch las vom Munde aufgenommene Wasser an den respiratorischen Gefässen vorbei in der Bauchhöhle mündenden Raum einströmt. Bei den Fischen wird das zu respi- Vasser stets durch den Mund aufgenommen und gelangt fast ohne Ausnahme aus dem durch die Kiemenhöhle und die äusseren Kiemenspalten wieder hinaus. Die Frosch- ıben im Anfang aussen anhängende Kiemenbüschel, freie Kiemen, später athmen sie nere Kiemen, deren Kiemenhöhle sich nach aussen öffnet. Die Larven der Salaman- ›n Kiemenspalten, aber äussere Kiemen. Mit der Beendigung des Larvenzustandes nden meist äussere und innere Kiemen. Bei den Perennibranchiaten, z. B. dem bleiben dagegen die äusseren Kiemen zeitlebens in Function. Die äusseren der Amphibien lassen sich (Leydig) als Fortsetzungen der äusseren Haut be-

trachten. Die äussere Haut steht überhaupt (cf. Hautathmung) mit der Respiration Beziehung. Bei den niedersten Wirbellosen, bei denen man keine gesonderten Athmu organe antrifft, scheint die ganze Körperoberfläche dem Gasaustausch zu dienen. Bei Lungenschnecken sackt sich die äussere Haut zu mehr oder weniger geräumigen Lunge len ein, und die Kiemen der Echinodermen, Annulaten, Mollusken und Krebse tragen du weg, so mannigfach ihre äussere Gestalt sich abändern mag, den Charakter von Fortsetzu der äusseren Haut (Leydig). Nur bei wenigen Wirbellosen (Balanoglossus, Tunicaten) der Athemapparat wie bei den Wirbelthieren mit dem Darmcanal in Beziehung (Gegenbaur). einer weitern grossen Gruppe von wirbellosen Thieren wird der Athmungsprocess dad unterhalten, dass Luft oder Wasser das Innere des Körpers selbst durchströmt, in luftführe Gefässen, Tracheen, oder in wasserführenden Gefässen, Wassergefässsystem Herz und Blutgefässe). Die Athmung durch Tracheen finden wir bei Arachniden, Insekten Myriapoden. Die Tracheen sind cylindrische oder platte Röhren, welche meist nach ein Verästelung in die Organe eintreten oder sie umspinnen. Auch die sogenannten Lunge Spinnen sind nur plattgedrückte, fächerförmige Tracheen (Leuckart, Leydig). Nach besitzen die Tracheen eine bindegewebige Hülle, nach innen eine Chitinauskleidung, w meist in Form einer Spiralfaser in das Röhrenlumen vorspringt und letzteres offen e Die Tracheen öffnen sich paarig zu beiden Seiten des Körpers; ihre querovalen Oeffn Stigmata, sind durch Klappenvorrichtungen zu öffnen und zu schliessen. Bei vie Wasser lebenden Insektenlarven ist das Tracheensystem dagegen nach aussen geschlo dass dieses das im Wasser enthaltene Gas wie Kiemen aufnehmen muss. Bei den Tracheen athmenden Thieren gelangt die Luft direct zu den feinsten Organelementen u Blutflüssigkeit. Während bei den durch Kiemen oder Lungen athmenden Thieren da die Athmungsorgane aufsucht, so sucht bei den durch Tracheen athmenden Thieren di das Blut auf (Cuvier).

Chemie des Lungengewebes und der Pleuraflüssigkeit.

Der Reichthum an ernährenden und besonders an Lymphgefässen spricht dafür, d dem Lungengewebe lebhafte chemisch-physiologische Vorgänge statthaben.

Cloetta fand in der Lunge (des Ochsen) Inosit, Harnsäure, Taurin und Le Neukomm fand auch Harnstoff und Oxalsäure im Lungengewebe eines an Brightis Krankheit gestorbenen Menschen. Nach der älteren Angabe von Verdeil findet sich i Lungensubstanz eine eigenthümliche stickstoffhaltige Säure, welche, in das Blut aufgeno ebenso die gebundene Kohlensäure austreiben könnte, wie eine andere zugesetzte Säure. Cloetta ist diese »Lungensäure« Taurin. Nach dem Tode reagirt die Lungensubstanz d sauer. Es rührt das offenbar daher, dass die sich auch im Leben bildende Säure wi anderen Geweben nach dem Tode nicht mehr durch die Wirkung der Blutcirculation gewaschen wird und sich nun anhäufen kann. Daraus folgt im Leben eine fortwäh Säureaufnahme des Blutes aus dem Lungengewebe. Sie macht es verständlich, wesshal Blut, nachdem es die Lungen durchsetzt hat, weniger reich an nur durch Säurezusatz treibbarer Kohlensäure ist: Die Lunge ist, wie die Muskulatur und die Me zahl aller übrigen Gewebe des Körpers, welche Säure entwickeln, aktives Kohlensäure-Ausscheidungsorgan (Ludwig) (cf. unten).

Die Asche der Lunge wurde von C. W. Schmidt nach den klinischen Gesi punkten Kussmaul's untersucht. Es finden sich vorwiegend phosphorsaure Verbindunge Natronsalze überwiegen die Kalisalze. Das Natron kommt auch als Kochsalz vor. Beach werth ist der hohe Eisengehalt (auch als phosphorsaure Verbindung), der wohl von Lungenpigmente stammt. Ein in den Lungen Erwachsener gefundener Kieselsäure-(Sand-) halt stammt von eingeathmetem Staube, ebenso Thonerde (Glimmer), Eisenoxydoxy Kohle (S. 502).

ɩeuraflüssigkeit enthält normal sehr wenig feste Stoffe, darunter 2,8—3% fe. Spontan bildet sie meist nur eine geringe Fibringerinnung, welche meist d nach Zusatz von wenig Blut (cf. Fibrin bei Blut). Nach E. EICHWALD jun. könnte rahöhle »Peptonbildung« stattfinden. Spritzte er Blut in dieselbe ein, so wurde — 3 Tagen resorbirt, in dem noch nicht vollkommen resorbirten Reste konnte er hweisen. Vielleicht spielt diese Umwandlung auch bei der Resorption der ischen Exsudate eine Rolle. EICHWALD glaubt aber, dass bei normaler Thätigmphgefässe die Resorption unveränderter Eiweissstoffe durch dieselben nicht zu sei.

Die Athembewegungen.

h den Lungenbau ist dem Blute in reichem Maasse Gelegenheit gegeler Luft in Wechselbeziehung zu treten. Es ist hier vor Allem wirksam nein grosse respirirende Fläche, auf welche das Blut ausgegossen wird, araus eine sehr bedeutende Vertheilung, welche jedem kleinsten Blut- Gelegenheit gibt, mit Luft in Berührung zu kommen. Die zarten, Wände der Alveolen setzen dem Gasverkehr einen nur geringen Widergegen. Doch reicht die Intensität eines nur auf Diffusion beruhenden ires des Blutes mit der Luft nicht hin, um in genügend kurzer Zeit die ben des Menschen nöthige Erneuerung des Blutes zu bewirken.

itt dazu noch ein weiterer Faktor in Wirksamkeit, nämlich die Athemgen des Thorax und mit diesem der Lungen. Die Bedeutung der Athemgen ist darin zu suchen, dass sie den an sich langsamen Gasaustausch fusion von Luftschicht zu Luftschicht in der Lunge dadurch unterass sie an Stelle eines Theiles der Lungenluft, die sich schon mit den en Ausscheidungsprodukten des Blutes, namentlich Kohlensäure, be- und in der darum die Intensität der Diffusionsvorgänge eine geringere normal beinahe kohlensäurefreie Luft zuführt, mit welcher der Gasin entsprechend intensiverer sein kann. Der mechanische Luftwechsel ngen durch die Respirationsbewegungen hat die Aufgabe, die Intensität fusion zwischen der Luft und den Gasen des Blutes auf einer bestimmzu erhalten. Sowie sich der Kohlensäuredruck in der Lungenluft geat, so dass dadurch die Diffusion bis zu einem gewissen Grade aus verlangsamt wird, wird Athembewegung eingeleitet, dadurch ein kohlensäurereichen Luft ausgestossen und frische kohlensäurearme eingenommen, in der die Diffusion mit neuer Energie vor sich gehen

horax hat bei seinen Bewegungen eine gewisse Aehnlichkeit mit einem Er wird durch die Einathmung ausgedehnt, sein Innenraum daeitert. Die Folge ist, dass Luft in ihn durch die Luftröhre einstürzt. sich dagegen um ebensoviel verkleinert bei der Ausathmung, wird eingeathmeten Luft gleiche Luftmenge durch die Luftröhre wieder st.

ergrösserung des Brust- und Lungenraumes durch die Inspiration der Wirkung quergestreifter Muskeln beruhender aktiver Vorgang. iterung des Brustraumes geschieht theils durch eine Veränderung der

Rippenstellung, theils durch Herabdrücken des Zwerchfelles. Es erfolgt da-durch eine Ausdehnung des Brustraumes nach allen seinen Durchmessern.

Das Zwerchfell wölbt sich im erschlafften Zustande kuppelförmig in den Brustraum herein und liegt mit seinen Seitenrändern an der inneren Brustwa[nd] an. Durch die Zusammenziehung verflacht sich seine Wölbung, seine Ränd[er] heben sich von der Brustwand ab; der besonders im Längsdurchmesser ve[r]grösserte Brustraum wird von den allen seinen Veränderungen folgenden, w[eil] luftdicht in ihn eingefügten, Lungen sogleich ausgefüllt. Durch das Hera[b]drücken des Zwergfelles wird der Inhalt der Bauchhöhle unter einen stärke[ren] Druck versetzt, welcher theils die elastische Bauchwand vorwölbt, theils d[en] comprimirbaren Theil des Bauchinhaltes: die Darmgase zusammendrückt. [Die] Rippen liegen um den Brustraum nicht als vollkommen starre, unbewegl[iche] Knochenringe; ihre Gelenke und die elastische Biegsamkeit ihrer Knorpel, [mit] denen sie sich an das Brustbein ansetzen, gestatten ihnen eine doppelte Be[we]gungsweise. Sie können erstens direct mit dem Brustbein etwas nach aufw[ärts] gezogen werden, andererseits erlauben sie eine Drehung, durch welche ihr[e in] der Ruhe nach abwärts gerichtete Convexität nach aussen und aufwärts [ge]wendet wird, wodurch die Breitenausdehnung des Brustraumes zunimmt. [Da] die Ringe, welche zwei Rippen mit dem dazu gehörigen Brustbeintheile bil[den,] stark nach abwärts geneigt sind und die unteren die oberen an Umfang ü[ber]treffen, so muss durch ein Emporheben der Vorderfläche des Thorax, wi[e es] durch die Hebung der Rippen geschieht, der Brustraum auch in dem Durchm[esser] von vorne nach hinten erweitert werden. Dazu kommt noch (A. Ransome), [dass] bei angestrengtem Athmen die Rippen des Menschen sich biegen können. [Bei] voller Einathmung erscheinen dabei die Rippen länger, bei forcirter Ausath[mung] kürzer, ein Unterschied der etwa 1,5 cm betragen kann. Bei Kindern [und] jungen Frauenzimmern ist die Biegsamkeit der Rippen stärker, als bei erw[ach]senen Männern.

Die Stellung der Rippen, in der sie weder zusammengedrückt no[ch aus]einander gezerrt sind, ist ihre Ruhelage, in welcher sich ihre elasti[schen] Kräfte im Gleichgewichtszustande befinden. In diese mittlere Ruhelage s[treben] sie stets zurückzufedern, wenn sie in der einen oder der anderen Rich[tung] daraus entfernt werden. Aus der Untersuchung frischer Präparate fand W. B[...,] dass diese Ruhelage einer beginnenden Inspirationsstellung [ent]spricht. Ein Theil des elastischen Zuges, welchen die Lungen auf die In[nen]fläche des Thorax ausüben, wodurch sie ihn zu verkleinern streben, wird durch die Elasticität der Rippenknorpel paralysirt. Während, wie wir [sehen] werden, die elastischen Kräfte der Lunge, unterstützt von der Schwere des [an]deren Theils der Brust, eine exspiratorische Verkleinerung des Brustra[umes] anstreben, sehen wir also die elastischen Kräfte der Rippen eine inspirato[rische] Erweiterung bewirken. Ein Theil der elastischen Kräfte, die bei der Ath[mung] in Frage kommen, hält sich sonach das Gleichgewicht. Der Uebergang [in In]spiration und gesteigerte Exspiration erfordert daher ohngefähr glei[chen] Kraftaufwand.

Die normale Inspiration wird nur durch die Thätigkeit des Zwerchfe[lls,] des Musculus scalenus anticus und medius auf jeder Seite und der Intercost[ales] externi hervorgerufen, die Intercostales interni senken die Rippen (Oeh[l].

r Inspiration, am deutlichsten bei Athemnoth, sehen wir noch weitere eln mit in Aktion eintreten, zuerst die Rippenheber, Levatores costa- lie Serrati postici. Bei angstvoller Athembehinderung kommen noch cleidomastoideus, Pectoralis, Serratus anticus jeder Seite mit ihrer hinzu. Gleichzeitig sehen wir die Zugänge zu der Luftröhre, die id Mundhöhleneingänge, die Stimmritze sich erweitern und an der ıen Athemthätigkeit sich betheiligen. In allen Muskeln des Körpers ɜtzt krampfhafte Contractionen zu Tage. Die oberen Extremitäten ·ampfhaft angestemmt und dadurch festgestellt, wodurch für die bei- enannten Inspirationsmuskeln feste Ansatzpunkte geschaffen werden, sie die Rippen emporziehen können. Der Verlauf der Athem- ı geht im Allgemeinen von hinten oben nach vorne unten. Je nach- ˈhätigkeit des Zwerchfelles oder der Brustmuskeln bei dem Athmen , unterscheidet man das Kostal-Athmen von dem Abdominal- Bei dem ersteren Athemtypus wird mehr die Brust, bei dem letz- r der Bauch hervorgewölbt und ausgedehnt. Der Abdominaltypus des ıerrscht bei ruhigem Athmen bei dem männlichen, der Kostaltypus bei lichen Geschlechte vor. Bei sehr verstärkten Athembewegungen r Umstand dagegen zurück, ·hehen stets, wie sich schon ɩetrachtung der Athemhülfs- ergibt, hauptsächlich durch . Die Hervorwölbung des st dabei sogar geringer als normalen Athmen, da die keln an dem allgemeinen ınsbestreben theilnehmen. hrenden Abbildungen von ɴ machen diese Verhältnisse ofilansicht direct anschaulich . Die Begrenzung der schwar- en stellt die Ausdehnung der d des Bauches bei tiefster ın dar. Die verschieden breite Linie entspricht den ruhigen l Ausathmen. Der vordere selben der Ein-, der hintere hmung. Die punktirte Linie ulicht die Ausdehnung bei spiration.

Fig. 126.



Ausathmung, Exspira- ɩchieht im normalen Athmen, satze zu dem Einathmen, nur durch passive Wirkungen. Das aktiv ınkene Zwerchfell dehnt sich wieder aus und wird durch die vorhin ınd den Bauchwandungen gedrückten Baucheingeweide wieder in die ·ölbt. Die Rippen sinken wieder herab, theils durch die Schwere, l nun die vorhin von dem Muskelzug überwundene Elasticität ihrer

Knorpel diese und damit die Rippen wieder in ihre Ruhelage zurückzieht. Allem betheiligt sich aber an der exspiratorischen Verengerung des Brustra die Lunge selbst mit ihren elastischen Kräften. Nach F. Riegel geht die Ins tion ohne Pause in die Exspiration über und auch zwischen zwei Gesa athmungen (In- + Exspiration) ist meist kein bemerkbares zeitliches Inter

Die Lunge ist so in den Brustraum eingefügt, dass sie allen seinen Be gungen Folge leisten muss. Es wäre eine solche Verbindung dadurch zu reichen gewesen, dass die elastische Lungenoberfläche und Brustwand i mit einander verwachsen wären. In Wirklichkeit ist die Verbindung he stellt durch die Wirkungen des einseitig gesteigerten Luftdruc Wir sind nicht im Stande, die Glocke einer ausgepumpten Luftpumpe von Unterlage abzuheben, da sie durch den Druck der äusseren Luft fest auf angepresst wird. Machen wir den Luftdruck auf beiden Seiten der Gl innen und aussen, gleich, so ist das Abheben vollkommen leicht; so lange die Luftverdünnung besteht, scheinen Glocke und ihr Untersatz aus einem S zu sein. Machen wir die Glocke nicht von Glas, sondern von einem sehr el schen Material, so sehen wir sie sich durch das Auspumpen immer mehr mehr an ihre Unterlage anpressen, bis endlich bei entsprechender Gestalt letzteren der Zwischenraum zwischen beiden ganz verschwunden ist. Die stische Haut schmiegt sich fest an die starre Unterlage an und lässt sich von ihr entfernen, bis wir wieder Luft zuströmen lassen. Haben wir e elastischen, leicht ausdehnbaren Beutel in eine Flasche gehängt und verdü zwischen ihm und der Wand die Luft durch Auspumpen oder Aussauge sehen wir den Beutel sich fest an die Wandung anschmiegen und, wenn le beweglich ist, allen Bewegungen derselben folgen. Es hat dann ganz da sehen, als wäre der elastische Beutel an die Wände angekittet. Am b verwendet man zu einem solchen Versuche als Beutel die Lunge eines klei Thieres, da eine solche ungemein ausdehnbar ist. Sie legt sich in der besc benen Weise an die Wandungen an, wenn die Luft zwischen ihnen ver wurde, wobei sie sehr bedeutend ausgedehnt wird, und sinkt wieder au kleines Volumen zusammen, wenn Luft zwischen ihre Oberfläche und die W dung des Gefässes einströmt. Analog ist die Einfügung der Lunge in den Br raum. Die Lunge liegt mit ihren Wänden direct der inneren Oberfläche Thorax luftdicht an und ist über ihr natürliches Volum ausgedehnt. Sowie Luft von aussen her zwischen die Brustwand und die Lungenoberfläche Zutritt gestattet ist, indem etwa durch einen Stich die sogenannte Pleurah geöffnet wurde, so stürzt die Luft mit Gewalt, pfeifend herein und die Lu sinken auf ihr natürliches Volumen zusammen. Eine wahre Pleurahöhle k natürlich nicht existiren, da die Lungenoberfläche — das viscerale Blatt — Brustinnenwand — dem peripherischen Blatte — genau anliegt. Nur eine geringe Menge seröser Flüssigkeit ist zwischen ihnen vorhanden und erleich die Verschiebung der beiden Blätter an einander.

Die Verhältnisse der Lungeneinfügung sind also so, als wäre zwis Lungenoberfläche und Thoraxwand die Luft vollkommen ausgepumpt und Lunge dadurch nicht unbedeutend ausgedehnt. Bei dem ungeborenen Ki liegt die noch nicht mit Luft gefüllte atelectatische Lunge dicht an der Br wand an, der Brustraum ist namentlich durch das heraufgedrängte Zwerc

leinert, so dass ihn die noch nicht ausgedehnten Lungen mit den übrigen steingeweiden vollkommen ausfüllen. Zwischen Lungenoberfläche und stwand ist keine Luft und kann unter normalen Bedingungen auch keine in. Sobald das Kind zu athmen beginnt, so erweitert die erste Inspirationsegung den Brustraum. Da keine Luft zwischen die Lunge und die Brustd treten, diese sich auch nicht von der letzteren entfernen kann, so wird Lunge mit ausgedehnt, ihre Luftzellen erweitert. Nun strömt Luft in die chien ein, füllt sie bis zu ihren letzten Endausbuchtungen an und lässt nun durch äusseren Druck nicht mehr vollkommen aus ihnen entfernen. eibt die Lunge nach der ersten Athmung schon etwas über ihr natürliches nen ausgedehnt. Bekanntlich wird der bleibende Luftgehalt der Lunge der ersten Athmung zur sogenannten Lungenprobe in der gerichtlichen in benutzt. Eine Lunge, die einem Kinde, das geathmet hat, angehört, immt auf Wasser geworfen, während eine Lunge eines vor der ersten ung verstorbenen Kindes, wenn sich nicht, z. B. durch Fäulniss, reichlich in ihr gebildet haben sollten, darin untersinkt. Mit der zunehmenden Körntwickelung wächst der Brustraum in stärkerem Verhältniss als die Lunge, Ausdehnung der Lunge nimmt dadurch mehr und mehr zu.

In der Brusthöhle herrscht durch diese Einfügungsart der Lunge ein negar Druck oder vielmehr Zug, den wir bei der Blutbewegung nicht unntlich betheiligt fanden. Die elastischen Kräfte der über ihr natürliches en ausgedehnten Lunge sind bestrebt, diese zu verkleinern und auf ihr iches Volumen zurückzuführen. Alles was in ihrer Nähe frei beweglich ird dadurch angezogen, elastische Hohlräume, z. B. das Herz, vor Allem Vorkammern und Gefässe ausgedehnt. Bei der Erweiterung des Thorax die Einathmung wird die Lunge noch weiter ausgedehnt, der negative im Brustraum also noch weiter verstärkt. Bei mageren Individuen sehen er bei den Exspirationen die Interkostalräume einsinken, bei rener Fissura sterni oder bei erworbenen Lücken im knöchernen orb über dem Herzen, ebenso die die Lungen und das Herz deckende . Sowie die Muskelkraft der Einathmung nachlässt, welche die Ausdehdes Brustkorbes bewirkte, kommt die Elasticität des Lungengewebes zur ung und betheiligt sich an der Rückführung des Thorax in seine Ruheg, da sich letzterer nun seinerseits auch nicht von der Lungenoberfläche n kann. Die elastischen von der Lunge ausgedehnten Organe üben selbstndlich auch ihrerseits wieder einen Zug auf die Lunge aus, ebenso das bei seiner aktiven Verkleinerung (Systole).

Bei gehemmter Athmung tritt auch bei der Exspiration Muskelwirkung Exspirationsmuskeln sind, ausser den Intercostales interni (Onimus), llem die Bauchmuskeln, welche die Rippen nach abwärts ziehen und durch gleichzeitig auf die Eingeweide ausgeübten Druck das Zwerchfell nach ärts drängen. Der Quadratus lumborum und der Serratus posticus inferior eits können sich an dem Herabziehen der Rippen betheiligen, das nach elben Principe den Brustraum verengert, wie ihn das Hinaufziehen verrte. Dabei können die Lungen bei geschlossenen Athemöffnungen so zuengepresst werden (cf. S. 451), dass dadurch der Druck im Brustm ein positiver wird, was man an der Hervorwölbung der Inter-

kostalräume oder dem sackartigen Hervorpressen der Hautdecke über I und Lunge bei angeborener Fissura sterni und analogen erworbenen Br korbdefecten direct sehen kann.

Die Erweiterung und Wiederverengerung des Thorax und damit das Vo der aus- und eingeathmeten Luftmenge ist bei ruhigem Athmen nicht bed tend. Es kann durch das stärkste Athmen weit mehr Luft ein- und ausge ben werden. Die Menge Luft, welche nach der stärksten Inspiration ausgeath werden kann, nennt HUTCHINSON Vital-Kapacität der Lunge, welche er den Erwachsenen etwa zu 3772 cc bestimmte. Auch nach der tiefsten Ex tion ist noch ziemlich viel Luft in der Lunge enthalten. Diese »rückstän Luft« beträgt zwischen 1200—1600 cc. Nach einer gewöhnlichen, seic Ausathmung bleiben noch etwa 3000 cc zurück (2500—3400). Der Uebers über die erstere Menge wird als Reserveluft benannt. Die Menge der d einen gewöhnlichen, ruhigen Athemzug ein- und ausgeathmeten Luft, die spirationsluft, beträgt etwa 500 cc. Was bei tiefster Inspiration mehr genommen wird, heisst Complementärluft. Es wechseln diese Gr bedeutend bei verschiedenen Individuen und Körperzuständen, namentlic Ruhe und Bewegung. Aus den angeführten Zahlen ergibt sich, dass bei gewöhnlichen Athmung kaum mehr als $^1/_6$ der in der Lunge enthaltenen erneuert wird (Fig. 127) und zwar vor allem nur in der Trachea und den seren Bronchien.

Fig. 127



Nach HUTCHINSON. Die verschiedenen beim Athmen unterschiedenen Luftvolumina. *a b* rückständige Luft, die nach möglichst tiefem Ausathmen noch in der Lunge verbleibt. *b c* Reserveluft, *c d* Respirationsluft. *d e* Komplementärluft. *b e* Vitale Kapacität oder Athmungsgrösse.

Die Alveolen werden sich zunächst nur aus d den feinen Bronchien enthaltenen Luft füllen kö so dass die Erneuerung ihres Inhaltes nicht so grü sein kann, als in den anderen Schichten der Lunge. Luft zeigt stets den grössten Kohlensäuregehalt, die direct an den Lungenbläschenwandungen anlie Luftschicht kann sich in ihrer Kohlensäurespa nicht von dem Blute selbst unterscheiden.

Messapparate der Athembewegung. — Die Vitalk wird durch Ausathmen in eine in Wasser getauchte und mit W gefüllte Glocke: Spirometer, welche das Messen des athmeten Luftvolums erlaubt. bestimmt. Damit das Gewic Glocke das Ausathmen nicht behindert, ist dieses durch dar hängte Gewichte äquilibrirt. Zur Messung kann auch eine graduirte Gasuhr, in welche durch einen angesetzten Sch die Luft eingeathmet, d. h. geblasen wird, verwendet werden (v. TENKOFER). In der ärztlichen Praxis haben diese Instrumente Anwendung gefunden, da es einige Uebung im Athmen bedarf, richtige Zahlenwerthe erhalten werden sollen. Die Ausdehn Brustraumes bei jedem Athemzug wird durch Thorako gemessen, unter denen ein gewöhnliches Centimeterband das man um die Brust legt, und mit dem man während de mung den Excursionen derselben messend folgt, das einfach zweckmässigste scheint. MAREY's Pneumograph ist ein zum Theil aus einem elastischen Hohlcylinder bestehend, d bei der Inspiration erweitert und mit einem Manometer verbunden seinen Luftdruck Kymographiontrommel registriren kann. Durch Einstechen von Nadeln kann man an

ıbewegung messen und sich auch selbst registriren lassen, z. B. durch Anschlagen ·n. Bei ROSENTHAL's Phrenograph wird ein Fühlhebel vom geöffneten Abdomen s Zwerchfell angelegt, dessen Bewegungen man direct beobachten oder sich in der :hen Weise aufschreiben lassen kann.

ɔmgeräusch. — Das Einströmen der Luft bringt in den Athemorganen Geräusche: e räusche hervor, deren Veränderungen durch krankhafte Zustände für den Arzt von eit werden. Man hört sie, wenn man das Ohr auf die Brust auflegt. In den starren, Hohlräumen: der Luftröhre, den grossen Luftröhrenästen, ist das Geräusch einfach l; in den feineren Bronchien mehr »schlürfend«, zischend. Man nennt dieses letztere, ähnliche Geräusch vesikuläres Athmen, das erstere, *h* ähnliche bronchiales ı. Das vesikuläre Athmen zeigt sich normal nur deutlich bei Kindern, bei denen Ausathmung ein deutliches Geräusch verursacht. Bei gesunden Erwachsenen sind usche undeutlich, bei der Exspiration meist gar nicht vernehmbar. Durch verstärkte Exspirationen unter dem Einfluss von Gemüthsbewegungen oder Leidenschaften r auch bei Erwachsenen laut hörbare Geräusche, die in dem Rachen, der Stimmritze Luftröhre entstehen: Seufzen, Gähnen, Schluchzen, Lachen. Bei jeder ɔn wird ein Druck auf die Baucheingeweide ausgeübt; wird derselbe willkürlich durch ss der Stimmritze nach starker Einathmung verstärkt, und werden gleichzeitig die ıskeln kräftig contrahirt, so können dadurch Mastdarm, Blase, Uterus in ihrem Ent- ɔestreben unterstützt und entleert werden: Bauchpresse.

negativen Druck im ruhenden Thorax durch die Elasticität der hat DONDERS zu etwa 6 mm Quecksilber bestimmt, indem er an der Leiche die Luft- 'tdicht durch ein Manometer verschloss und nun die Brusthöhle durch Einstechen Contractionen der Bronchienmuskulatur werden durch Verengerung der n, deren Raum dann auch zum Theil von dem Alveolengewebe der Lunge eingenom- .len muss, den negativen Druck in der Lunge steigern können. Der negative Druck Lungen existirt bei dem Fötus und bei dem Neugeborenen vor der ersten ng noch nicht, da sonst Fruchtwasser in die Lungen eintreten müsste. Durch die mung tritt eine dauernde Erweiterung des Brustraums ein und damit jener negative relcher sich sofort auf die von DONDERS gefundene Höhe von 6—7 mm Quecksilber . BERNSTEIN).

Spannung der Luft in der Lunge erfährt bei ruhigem Athmen nur geringe ·ungen. In der Luftröhre beträgt sie bei der Exspiration höchstens 2—3, bei der ɔn nur 1 mm Quecksilber, in den Lungen selbst sind die Druckveränderungen meist inger. DONDERS führte in ein Nasenloch luftdicht ein Manometer ein, dessen Queck- ıd er auf einer Kymographiontrommel registrirte. Bei stärkster Athembewegung sah egativen Inspirationsdruck auf 36 — 74 mm, den positiven Exspirationsdruck auf mm Quecksilber steigen. Bei schwachen und stärksten Athembewegungen fand ich he Verhältniss, dagegen finde ich bei mittelstarkem Athmen die Druckverhältnisse und Einathmung gleich.

ı gewöhnlichen Inspiriren wird der Widerstand, welchen die Lungen ihrer Ausdeh- gegensetzen, das Gewicht des Thorax u. s. w. durch Muskelaktion überwunden. Die velche bei einer Inspiration gewöhnlich zur Verwendung kommt, t DONDERS, abgesehen von der Torsion der Rippen, zu 42,8 Kilogramm. Beim ge- .en Exspiriren wirkt dieses Gewicht grösstentheils als Elasticität.

rEIN deducirt, dass bei der Inspiration als Resultat der Zwerchfell- und Thorax- ion eine gewisse Ungleichheit in der Ausdehnung der Lungen auftrete, o bedeutender ist, je mehr die Thätigkeit der Thoraxwand überwiegt. Im Allge- verden die Oberlappen stärker gedehnt, als die unteren, und speciell die Umgebung ɛren Ränder am stärksten. Der Grund liegt darin, dass der Widerstand der gedehn- enmassen die Form und Bewegungsrichtung der starren oder nahezu starren Thorax-

wand nicht zu ändern vermag, und die durch die Thoraxwand allein bewirkte ungleic Dehnung durch die Mitaktion des Zwerchfells meist nur theilweise ausgeglichen werden kan

Gaserneuerung in der Lunge. — Gréhant hat den Verkehr der eingeathmeten L mit der schon in der Lunge befindlichen dadurch zu bestimmen versucht, dass er auf ein 500 cc Wasserstoff einathmete, und nun bei nachfolgender Luftathmung den Zeitpunkt b stimmte, wann aller eingeathmete Wasserstoff die Lunge wieder verlassen hat. Er fand Athemluft erst nach dem 6.—10. Athemzuge wieder wasserstofffrei. Annähernd so wird sich auch mit der eingeathmeten atmosphärischen Luft verhalten. Nach der ersten Aus mung (500 cc) sollen von den 500 cc Wasserstoff noch 330 cc in den Lungen sein, welche gleichmässig vertheilt haben. Dieses Resultat überträgt Gréhant direct auf die eingeath atmosphärische Luft. Jeder Cubikcentimeter Alveolenluft würde dann bei einem mitt Lungenvolumen von 2930 cc bei einer Einathmung von 500 cc atmosphärischer Luft = 0,113 cc frischer Luft mit 0,023 cc O erhalten. Diese Zahl 0,113 cc wird als Ventilatio coefficient bezeichnet, dessen Grösse, wie man sogleich sieht, von dem Lungenvolum dem inspirirten Luftvolum abhängig ist. Das Lungenvolumen bestimmte Gréhant e falls durch Wasserstoffeinathmung, indem er aus einem geschlossenen Raume, der pr 1 Liter Wasserstoff enthielt, so lange athmete (4—6 Athemzüge genügten), bis sich der Wa stoff gleichmässig in der Lungenluft und der ausgeathmeten Luft vertheilt hatte. Er stimmte nun den restirenden Wasserstoffgehalt in dem anfänglich ganz mit Wasserstoff a füllten Gefäss und konnte nun unter der Annahme, dass der fehlende Wasserstoff sich in Lungenluft in demselben Procentverhältniss vertheilt hatte wie aussen, das Lungenvol berechnen. Er fand so bei Erwachsenen eine Schwankung des Lungenvolumens von 21 bis 3220 cc (cf. oben S. 511).

Die Frequenz der Athemzüge und der Nerveneinfluss auf die Athmung.

Die Zahl der Athemzüge in der Minute ist nach verschiedenen Umstän schwankend. Schon bei geringen Muskelanstrengungen z. B. sehen wir Athemrhythmus sich beschleunigen, und zwar noch früher als die Frequenz Herzschläge, die wir unter demselben Einfluss zunehmen sahen. Schon durch, dass wir unsere Aufmerksamkeit auf die Athembewegungen richt verändern wir ihren gewöhnlichen Rhythmus. Wenn wir bei irgend Jem die Athemzüge zählen wollen, so müssen wir das, um sichere Resultate zu halten, ohne sein Vorwissen thun. Hutchinson zählte bei beinahe 2000 Perso ohne ihr Vorwissen die Athemzüge, und es stellte sich heraus, dass die grös Mehrzahl zwischen 16 und 24 Mal in der Minute athmeten, dabei kamen Athemzüge in der Minute weitaus am häufigsten vor (von 1731 athmeten 5 20 Mal in der Minute). Die unterste Zahl für die Athemfrequenz Gesunder war die oberste 40, diese höchsten und niedrigsten Zahlen waren beide gleich selt Während eines Athemzuges macht im Durchschnitt das Herz vier Contraction

Wie die Zahl der Herzcontractionen, so sinkt auch die normale Freque der Athembewegungen von der Geburt bis zum kräftigsten Mannesalter, u von da wieder etwas zuzunehmen. Die Zählungen von Quetelet ergaben mittlere Frequenz der Athmungen in der Minute: Neugebornes Kind 44; 5 Jah alt 26; 15—20 Jahre alt 20; 20—25 Jahre alt 18,7; 25—30 Jahre alt 1 30—50 Jahre alt 18,1.

In Krankheiten kann die Zahl der Athemzüge bedeutend sinken oder no

ğger steigen. Alles, was die Oxydationen im Organismus steigert: :ntzündung etc., steigert auch die Athemfrequenz; eine im Allgemeinen te Körpertemperatur bringt eine gesteigerte Athemfrequenz hervor, d Athemfrequenz steigen dabei ziemlich gleichmässig. Wir finden alle , welche die Herzaktion verändern, auch bei der Athemfrequenz wirk- erdauung, Gemüthsbewegung, Schwächezustände vermehren beide. bliche Geschlecht zeigt meist eine grössere Athemfrequenz als das ıe.

· können die für gewöhnlich unwillkürlich vor sich gehenden Athem- ıgen auch willkürlich anregen, in ihrem Rhythmus und ihrer Tiefe ver- für kurze Zeit auch ganz unterbrechen. Doch zwingt nach einer solchen :chung uns sehr bald die »Athemnoth« zu unwillkürlichen, verstärk- beschleunigten Athembewegungen. Das von dem Willen aus, aber lectorisch und, wie es wenigstens scheint, auch automatisch erregbare Centrum dieser complicirten Bewegungen, welche zu einer Erweite- :r Verengerung des Brustraumes und der Lungen führen, ist in dem rten Marke gelegen und zwar an einer ganz umschriebenen Stelle des- an der Ursprungsstelle des Vagus und Accessorius. Die Jäger kennen :lle, FLOURENS' Noeud vital, an welcher dem angeschossenen Thiere der nger eingestossen wird, wodurch das Athmen und mit diesem das Le- rt vernichtet wird. Vom Athemcentrum werden die Athemnerven hrenici, die äusseren Thoraxnerven) in Aktion versetzt, um dann ihrer- Athemmuskulatur zur Thätigkeit anzuregen. Ununterbrochen pflanzt dieser Stelle aus ein regulirender Antrieb auf die Athembewegun- Das Experiment beweist, dass diese Regulirung in einer bestimmten gkeit vom Vagus steht. Es gelangen wahrscheinlich von dem Ver- sbezirke des Vagus in den Eingeweiden (z. B. den Lungen) Anregungen Noeud vital, welche eine raschere Erregungsfolge der Athemnerven ıfen. Es scheint das dadurch bewiesen zu werden, dass nach Durch- ıng des Vagus am Halse die Athemfrequenz sehr bedeutend sinkt. ınd, dass nach der Durchschneidung die electrische Reizung des cen- Vagusendes die Athemfrequenz in der Mehrzahl der Fälle wieder nigt und schliesslich durch Verstärkung der Reizung sogar eine krampf- nathmung hervorrufen kann. Die Athembewegungen werden wäh- · Verlangsamung nach der Vagusdurchschneidung entsprechend tiefer, :eine Verminderung in der in einer gegebenen grösseren Zeit ein- und meten Gasmengen ebenso wenig wie im Chemismus des Gaswechsels d RAUBER) eintritt. Die Leistung der Medulla oblongata bleibt also im lie gleiche, sie wird nur anders vertheilt (J. ROSENTHAL). Es gelingt inchen), durch theilweise Abtrennung des Athemcentrums in der Me- ongata lange Athempausen mit eingeschobenen Athemkrämpfen (CHEYN- Phänomen, LUCIANI) zu erhalten. In diesen Pausen gelingt es, durch ıche electrische Reizung der Medulla oblongata und bei gleichzeitiger der beiden durchschnittenen centralen Vagusenden künstliche Respira- egungen des Zwerchfells hervorzurufen. Nach vollkommener Abtren- ; Athemcentrums können durch rhythmisches Tetanisiren (20 Reize in e) regelmässige Athembewegungen des Zwerchfells hervorgerufen werden

(H. Kronecker und M. Marckwald). J. Rosenthal fand, dass Hand in Hand m dem reflectorisch zur Inspiration reizenden Erregungszustand, der im Vagu verläuft, dem Noeud vital auch noch von den sensiblen Nerven des Kehl kopfes, vom Nervus laryngeus superior, eine entgegengesetzt wirkend Erregung zugeleitet werden kann. Wird der genannte Nerv durchschnitte und sein centraler Stumpf electrisch gereizt, so verlangsamt sich die Athem frequenz, endlich bleibt das Zwerchfell erschlafft stehen, die Athembewegung sistiren ganz, bei der stärksten Reizung treten sogar die Ausathemmuskeln i Thätigkeit. Der dem verlängerten Marke — centripetal — zugeleitete Erre gungszustand des Vagus regt also zur Inspiration an, die in dem Laryng superior verlaufenden Nervenfasern können dagegen reflectorisch vom Ke kopfe aus das Athemcentrum zur Einleitung von Exspirationsbewegun veranlassen. Da also der Laryngeus die aktiven Bewegungen der Inspira verhindert und wenigstens primär die Athembewegung verlangsamt und g unterbricht, so kann man ihn als einen Hemmungsnerven für das Athe centrum ansprechen, ähnlich wie wir den Vagusstamm als Hemmungsnerv für die nervösen Herzcentralorgane kennen gelernt haben. Durch stärkere Re zung sehen wir freilich, was bei anderen Hemmungsnerven nicht der Fall i eine Reihe neuer Bewegungen (Exspirationsbewegungen) auftreten. Vagus u Laryngeus superior sind regulirende Nerven für die Athmung. Verla samend wirkende Fasern sollen dem Noeud vital auch durch andere Nerven, v Allem durch den Laryngeus inferior, zugeleitet werden (Pflüger, Hering u. A Exspirationsbewegungen scheinen unwillkürlich, reflectorisch auch auf R der sensiblen Hautnerven eintreten zu können, wenigstens sind mit »Schauern« vor Kälte krampfhafte, geräuschvolle Exspirationsbewegungen bunden, dagegen erregt das Erschrecken durch Anspritzen mit kaltem W Inspirationen. Die erste Athembewegung des Neugebornen wollte man fr allein vom Kältereiz, der von der Haut aus auf das Athemcentrum refle würde, ableiten, sicher wirkt hier die durch die Unterbrechung der Placen athmung eintretende chemische Veränderung des Blutes mit, welche auf Athemcentrum erregend wirkt. Langendorff findet, dass schwache sens Reizung beschleunigend, starke verlangsamend auf die Athembewegun wirke. Bei Hirndruck sehen wir die Zahl der Athemzüge sehr bedeut bis auf mehr als die Hälfte herabgesetzt, ebenso die Pulsbewegung. — Der vagus ist der trophische Nerv der Lunge (cf. unten die Zusammenst lung der Funktionen der Hirn- und Rückenmarksnerven). Durchschneid der Nn. phrenici lähmt das Zwerchfell (W. Alyschewsky).

Die Athembewegungen können (bei Kaninchen) durch energisches kün liches Einblasen von Luft in die Lungen ganz sistirt werden: Apnoe (J. Rose thal). Hoppe-Seyler stellt die Gründe zusammen, welche dafür sprechen, da dieser Zustand nichts als ein Ermüdungsresultat der durch die Versuche g misshandelten Respirationsmuskeln sei, Andere denken an mechanische Re zung der Athemnerven; Brown-Séquard meint, dass durch die »Lufteinbl sungen« die Lungenzweige des Vagus gezerrt und dadurch gereizt würden. Na Rosenthal's Ansicht wäre die Ursache der mangelnden Athembewegungen d dass das Blut mit Sauerstoff durch das künstliche Einblasen desselben in d Lungen fortwährend gesättigt sei; er glaubt, dass in diesem Zustand der Org

aus Ueberfluss an Sauerstoff im Blute nicht athmet und zur Erhaltung 'erbrennungen nicht zu athmen braucht. Apnoe wäre so das Wider- n Athemnoth, Dyspnoe, welche in Folge von Sauerstoffmangel im intritt und mit den beschriebenen starken, krampfhaften Athembewe- und allgemeinen Muskelkrämpfen einhergeht. Ausser dem Sauerstoff- scheint wohl auch die Kohlensäure anregend auf das Athmungscentrum en. Die vermehrte Anwesenheit der Kohlensäure im Blute und hoch- r Sauerstoffmangel lähmt endlich das Centrum der Athembewegungen, es gar keiner Aktionen mehr fähig ist. Ebenso lähmt die Kohlensäure e übrigen Ganglienapparate des Gehirnes und Rückenmarks. Lässt man energischen Kohlensäurestrom in den Athmungsapparat eintreten, so t, wie beim Einblasen von Sauerstoff, ebenfalls Stillstand der Athmung eizung der in der Nasenschleimhaut endigenden Trigeminusfasern, er Vagusendigungen (Filehne).

osenthal hat angenommen, dass der Ausdehnungszustand der Lunge mechanisch atorischen Fasern erregt, und zwar scheint dabei insofern eine Selbststeuerung mung einzutreten (Hering), als die Ausdehnung der Lunge bei der Inspiration die risch wirkenden, hemmenden Fasern erregt, während umgekehrt durch das Zu- inken der Lunge bei der Exspiration die beschleunigend wirkenden, inspiratorischen rregt werden.

hat darüber discutirt, ob das die Anregung vermittelnde Moment in der Medulla a der Sauerstoffmangel oder die Kohlensäureüberladung im Blute und in der Gewebs- it der betreffenden Lokalität sei. Kohlensäureanhäufung und Sauerstoffmangel kom- r normal meist gemeinsam zur Wirkung, ebenso das umgekehrte Verhältniss. Rosen- perimente zeigen, dass Sauerstoffmangel ohne Kohlensäureanhäufung bei der Ath- indifferenten, sauerstofffreien Gasen Athmung anregt und Dyspnoe bewirkt, ebenso er auch das Einblasen sauerstoff- und kohlensäurereicher Gasgemische (Traube), so Frage gegenwärtig noch unentschieden ist. Am naheliegendsten scheint es, mit zu schliessen, dass sowohl Sauerstoffmangel als Kohlensäureanhäu- regend auf das Athmungscentrum wirken. Wenn das Blut sehr sauerstoffreich ist, er, wie Rosenthal nach seinen Experimenten über Apnoe schliesst, die Kohlensäure er erregend als sonst. Gewiss betheiligen sich, wie ich aus meinen Beobachtungen nüdende Stoffe abnehme, noch andere aus dem Stoffwechsel hervorgehende Sub- ind die daraus resultirende Veränderung der Gewebsflüssigkeit an der Reizung des ntrums. Die Blutveränderung, welche die Athmung anregt, braucht nach vielfältigen nten nur lokal in dem Gefässgebiete der Medulla einzutreten, was man durch Verhin- es arteriellen Zuflusses oder venösen Abflusses des Blutes vom Gehirn leicht demon- inn.

amann fand, dass Erhöhung der Körpertemperatur eine Steigerung der und Energie der Athembewegungen zur Folge hat. Goldstein führte diese Wirkung rhöhung der Temperatur des Blutes in den Gefässen des Gehirns zurück.

den Arzt ist die Kenntniss der Erscheinungen, die man unter den Namen **Dyspnoe** nfasst, und die schliesslich in Erstickung, Suffokation, übergehen, von grosser eit. Die Veränderungen, welche das Blut bei irgendwie erzeugter, mangelhafter faufnahme und Kohlensäureabgabe in der Athmung erfährt, bewirken Dyspnoe, d. h. eine Verlangsamung, aber besonders eine Vertiefung der Athemzüge unter Betheili- accessorischen Athemmuskeln. Dadurch wird bei Athmung in normaler atmosphäri- 1 dem Blute mehr Sauerstoff zugeführt, die Kohlensäure reichlicher abgeschieden, er gestörte Athmungsvorgang dadurch mehr oder weniger zur Norm zurückgeführt Sinne einer Selbststeuerung. Steigern sich dagegen die betreffenden Blutverände-

rungen noch weiter, so müssen wir zwischen den Wirkungen der Kohlensäureanhäu den Wirkungen der Sauerstoffverarmung des Blutes unterscheiden. Erstere bewirkt nur gesteigerte Dyspnoe, letztere allgemeine klonische Krämpfe der Körpermuskel von einem ebenfalls in der Medulla oblongata gelegenen Centrum ausgehen. Auch d bewegungen bekommen nun einen krampfhaften Charakter, die Gefässmuskeln co sich, was man an dem Erblassen des Augenhintergrundes bei erstickenden Kaninch constatiren kann. Störung in der Blutzufuhr zum Gehirn, z. B. Verschliessen der und Vertebralarterien, ebenso Verbluten (Kussmaul, Tenner) bringen auch zunächs und dann Allgemeinkrämpfe hervor. Die Steigerung der durch die Störung in der I lation entstehenden chemischen Gewebsumänderungen in der Medulla (Anhäufun dender Substanzen), endlich der Mangel des zu jeder Aktion der Gewebe wie d plasma nöthigen Sauerstoffs vernichtet die Erregbarkeit der Nervencentra und Athembewegungen und Krämpfe, es tritt **Asphyxie** ein, aus der mit dem Aufhören aktion der **Erstickungstod** sich ausbildet. **Künstliche Respiration** ist noch im Stande, c wieder zu bringen, besonders wenn das Herz noch schlägt, nach R. Böhm auch bis 4 nach dem Aufhören der Herzkontraktionen. Die künstliche Athmung besteht in ein mischen Zusammenpressen und Wiederausdehnen des Brustkorbes mit den beider gelegten oder den unteren Thoraxrand umgreifenden Händen, wobei der Asphykt den Rücken gelagert wird. Der Mund des Patienten wird, auch mit Anwendung vo z. B. durch Einschieben von passenden festen Gegenständen, wie Schlüssel, zwis Zähne, geöffnet, die Zunge mit einem Tuche erfasst und möglichst weit herausgez den Kehldeckel zu heben. Hierbei Oeffnen der Fenster, um frische Luft zuzuführen nung (Oeffnen) aller den Patienten in der Athmung beengenden Kleidungsstücke etc. den Druck mit den Händen beim künstlichen Respiriren gegen die Mitte und de Abschnitt des Brustkorbes aus, wodurch auch das Zwerchfell mit beeinflusst wird, auch durch Auflegen der Hand auf den Bauch und rhythmisches Pressen desselbe Richtung nach oben allein zur künstlichen Athmung verwenden kann. Vor Anwend Gewalt hat man sich zu hüten, namentlich bei asphyktischen Neugeborenen. N samer Unterbrechung des Placentarkreislaufs bei lang dauernden Geburten tritt A bei Neugeborenen bekanntlich häufig auf, indem schon bedeutende Störungen leben mit Dyspnoe sich einstellen, ehe Gelegenheit zur Sauerstoffaufnahme durch di gegeben war. Bei der Rückkehr der normalen Athmung infolge der künstlichen sich nächst einzelne krampfhafte Athembewegungen auftreten, aus denen sich bei Rück Lebens die normale Athemfolge entwickelt. Anwendung der Electricität zur kü Athmung vergleiche man unten bei Electricität.

Das Blut der Erstickten ist nach Setschenow sauerstofffrei, das arterielle venöse, die keinen Farbenunterschied mehr zeigen, beide sind schwarzroth. Luftzutritt mit dem Spektroskop untersuchte Blut zeigt das Spektrum des (reducirten globins (S. 407). Die Kohlensäure ist dem Sauerstoffmangel nicht entsprechend der Stickstoffgehalt des Blutes, der Gehalt an gebundener Kohlensäure scheint unv Die sogenannte Cyanose, die sich bei andauernder Dyspnoe einstellt, kennzeic durch die bläuliche Färbung der Lippen und Schleimhäute und die livide Blässe d Haut, der Körper ist kühl, schlaff, Neigung zur Schlafsucht, Sopor, stellt sich ein, die ist etwas frequenter. Alle diese Erscheinungen beruhen auf dem Mangel an Sauersto Blut dunkler macht und den Stoffwechsel und damit Wärme- und Kraftproduktion h

Die Dyspnoe und die daraus sich entwickelnde Asphyxie und Erstickun wie gesagt, in der Mehrzahl der Fälle ihren Grund in mangelnder Sauerstof zum Blute, entweder zum Gesammtblute oder zu dem Blute des Athemcentrums all Sauerstoffmangel kann hierbei eintreten entweder dadurch, dass die Zufuhr desse Blute gestört oder vernichtet ist durch Behinderung in der Athmung: Versch Stimmritze, der Luftröhre, der Bronchien, Zusammensinken der Lunge durch Druck thorax oder Exsudate), theilweise krankhafte Unwegsamkeit des Lungengewebes; d

ıgen können z. B. bei Chloroformirten aufhören oder bei Neugeborenen nicht begin-
uch die Behinderung der Hautathmung (Firnissen) scheint zum Theil in
Virkungen hierher zu gehören. Andrerseits kann aber auch das Blut nicht oder nicht
d zu den Respirationsorganen gelangen, entweder indem es in den nervösen Central-
der Athmung stagnirt, oder wegen Verschlusses der Pulmonalis oder deren Haupt-
oder es fehlt das Blut wie bei der Verblutung mehr oder weniger ganz. Der absolute
lative Mangel des Sauerstoffs im Athemmedium, in der zum Athmen dargebotenen
ınn ebenso Mangel der Sauerstoffzufuhr bewirken, z. B. bei Athmung im abgeschlos-
uftraum, wobei aber auch die Kohlensäure noch mit zur Wirkung kommt, dann bei
such der Athmung in indifferenten Gasen, im luftleeren Raum, unter Wasser etc.

e eigenthümliche Ursache der Sauerstoffverarmung des Blutes haben wir
ben S. 434 in der Aufnahme von Kohlenoxydgas und Schwefelwasserstoff-
. ins Blut bei der Athmung kennen gelernt. Das erstere Gas treibt den im Blute be-
en Sauerstoff aus und macht die Blutkörperchen (Haemoglobin) zunächst unfähig,
Sauerstoff in sich aufzunehmen. Andere Gase, wie z. B. der Schwefelwasserstoff,
n, wie wir sahen, ebenfalls dem Blute seinen Sauerstoffgehalt. Asphyxie aus Kohlen-
giftung kann nur durch sehr lange fortgesetzte künstliche Athmung aufgehoben wer-
er ist die Transfusion des Blutes (W. Kühne) angezeigt. Ist die selbständige
g dagegen nur gestört und unregelmässig (Dyspnoe), so ist die künstliche Athmung am
la dann noch nicht alles Blutroth sich mit Kohlenoxyd verbunden hat und der gesunde
s Blutes bei gesteigerter Athmung noch hinreichen wird, das Leben zu erhalten.

sowohl für die Athmung als für das Leben indifferente Gase bezeichnet man
welche mit der genügenden Sauerstoffmenge gemischt, eingeathmet, das Leben nicht
ichtigen, für sich allein geathmet aber auch das Leben nicht erhalten können. Nur
ff und Wasserstoff scheinen ganz indifferent, man führt auch noch das Grubengas an.
hluss der Stimmritze tritt durch die Wirkung der sogenannten irrespirablen
in, welche Stimmritzenkrampf erzeugen. Hierher gehören alle gasförmigen
n, zunächst die Kohlensäure, Salzsäure, schwefelige Säure etc., und die säurebilden-
e, z. B. Stickoxydgas, das sich mit Sauerstoff in Untersalpetersäure verwandelt. Auch
sche Gase: Ammoniak, Methylamin etc., sowie Chlor und Ozon bewirken Stimm-
ampf; führt man diese Gase durch Luftröhrenfisteln ein, so wirken sie giftig, sie er-
ungenentzündungen (Traube), ebenso, wenn nach Durchschneidung beider Vagi oder
i inferiores die Stimmbänder gelähmt sind.
er das Verhalten der Gase zum Blute vergleiche man das Nähere oben bei Blut.

e **Bewegungen der Lunge.** — Die Athembewegungen der Lungen können dem
durch sichtbar gemacht werden, dass man in einiger Ausdehnung die Brustwand bei
n Thieren abträgt bis auf das Rippenfell, die Pleura costalis. Man sieht dann durch
ırchscheinende Membran die Lungen sich verschieben. Die Verschiebung findet vor
on oben nach unten statt, wenn das Zwerchfell sich abplattet und von der Brustwand
Das Herabsteigen der Lunge zieht dabei auch Kehlkopf und Luftröhre nach abwärts,
n von aussen am Halse sehen kann. Die Erweiterung des Thorax nach der Seite und
rne zwingt die Lungen, sich auch von vorne nach hinten zu verschieben. Bei jeder
Einathmung schieben sich, wie schon bei der Besprechung des Herzstosses angeführt
die vorderen Lungenränder zwischen Herzbeutel und Pleura ein, so dass das Herz,
bei einer tiefen Ausathmung in ziemlicher Ausdehnung der Brustwand anliegt, nun
ser durch die sich vorschiebenden Lungenränder getrennt wird. Bei dem Menschen
ı sehr häufig krankhafte Verwachsungen der beiden Pleuraplatten vor, dadurch wird,
Verwachsungsstellen geringe Ausdehnbarkeit zeigen, die Verschiebung der Lungen
Brustwand, wenigstens an den Stellen der Verwachsung gehindert, gleichzeitig aber
Ausdehnung der Brust nach der Richtung, welche die Verschiebung der Lunge for-
irde, unmöglich gemacht. Durch derartige ausgebreitetere Verwachsungen, wie sie

in Folge von Entzündungsprocessen der Pleura bei Lungenkrankheiten eintreten, nimmt dah die vitale Kapacität der Lungen oft bedeutend ab.

Für den Arzt sind noch einige Veränderungen des mechanischen Athemvorganges v Wichtigkeit: Niesen und Husten. Beides sind reflektorische Vorgänge, bei beiden fol auf eine tiefe Inspiration eine oder mehrere kräftige, plötzliche Exspirationsstösse. Bei de Husten folgt vor den Exspirationsstössen noch ein krampfhaftes Verschliessen der Stimmrit welcher Verschluss durch die heftigen Ausathemstösse für kurze Zeit unterbrochen wird. I diesem Fall wird der Brustraum so weit zusammengepresst, dass der negative Druck in ih in einen positiven verwandelt werden kann. Es tritt dann eine venöse Stauung ein, die si besonders am Kopfe sichtbar macht: Blauhusten etc. Der Husten entsteht reflektorisch du Reizung der Luftwege (Laryngeus superior), kann aber auch willkürlich zur Entfern von Schleim etc. aus diesen hervorgerufen werden. Das Niesen entsteht reflektorisch d sensible Reize der Nasenschleimhaut (Trigeminus). Bei einigen reizbaren Individuen e steht es auch durch Blicken in grelles Licht, z. B. in die Sonne. Beim Schnäuzen w willkürlich ein kräftiger Luftstrom durch die Nase, bei dem Räuspern durch den Keh in den Mund getrieben, um in den betreffenden Höhlen vorhandene Substanzen (Schleim e zu entfernen. Das Schnarchen und Röcheln besteht in Erzitterungen des erschla ten weichen Gaumens durch den Athemluftstrom.

Betheiligung der luftzuleitenden Organe an der Athmung. — Die Nasenhöh bei Athmung durch den Mund in geringerem Grade die Mundhöhle, der Kehlkopf, Luftröhre und die Bronchien dienen nicht nur zu vorläufiger Erwärmung der inspi ten Luft, sondern sie reinigen dieselbe auch zum Theil von gröberen schädlichen Beim gungen, welche durch die Haare am Eingang der Nasenhöhlen zurückgeha werden oder an den mit Schleim überzogenen Wänden der genannten Höhlen haften blei Fast in der ganzen luftleitenden Strecke findet sich Flimmerbewegung, welche, aussen gerichtet, Schleim mit seiner Staubbeimischung und andere eingedrungene Partikel herausschafft, woran sich der nach aussen gerichtete Luftstrom bei der Exspiration, wil lich oder unwillkürlich verstärkt, mit betheiligen kann.

Fig. 128.



Formbestandtheile des Auswurfs. *a* Schleim- und Eiterkörperchen; *b* sogenannte Körnchenzellen; *c* mit schwarzem Pigment (Alveolenepithelium); *d* Blutzellen; *e* Flimmerzelle nach Verlust der Wimperhaare und eine derartige Zelle mit Cilien; *f* kugelige Wimperzelle bei Katarrh der Luftwege; *g* Flimmerzellen, welche Eiterkörperchen in ihrem Innern besitzen; *h* Lungenfasern.

Zur ärztlichen Untersuchung. — Auswurf, S tum. Man fasst unter diesem Namen Alles zusam was aus den Respirationswegen: Mundhöhle, Schl Trachea, Bronchien, Lungen stammend durch den M ausgeworfen wird. Im normalen Auswurf findet Schleim, von den Schleimdrüsen der genannten Org stammend. Dem Schleim ist stets Speichel zugemischt u oft aus der Mundhöhle (hohlen Zähnen etc.) die mann faltigsten Speisereste. In krankhaften Zuständen der Org kann der Auswurf flüssiges Blut, Eiter, Tuberkelmas Reste zerstörten Lungengewebes, namentlich elastisc Fasern, Gewebselemente des Larynx, organische Conc tionen aus den Luftwegen und der Mundhöhle, parasitisc Bildungen aus diesen Organen, Theile von Pseudoplasma e enthalten (Fig. 128). Der stinkende Geruch der Sp bei Lungengangrän etc. rührt vorzüglich von flüchtig Fettsäuren her. Das Mikroskop zeigt also unter Umständ im Auswurfe eine grosse Mannigfaltigkeit der Forme Pflasterepithelien der Mundhöhle, Flimmerepithelien d Respirationswege, Schleimkörperchen, Eiterkörperch Körnchenzellen, Faserstoffgerinsel, Pigmentkörperchen Zellen und frei, Fetttröpfchen, Blutkörperchen, Reste ze störten Lungengewebes (elastische Fasern, sogenannte Lungenfasern), glatte Muskelfasern Pigmentzellen, Krebszellen verschiedener Art, Kalkkonkretionen, Knochenstückchen; ph

Ammoniak-Magnesia und Cholestearin, Pilze, Sarcine, Infusorien. Hier und da es Echinococcus hominis. Als Reste von Speisen: Pflanzenzellen mit Spiralfasern Lungenfasern zu verwechseln!), Stärkekörner, Muskelstückchen etc.; durch Speise-ı der Auswurf auch gefärbt sein.

eigentliche chemische Untersuchung der Sputa wird in den seltensten gezeigt sein. Hier und da (bei Icterischen) lässt sich in den Sputis Gallefarbstoff petersäure nachweisen. In einem Falle (cf. Galle) sah ich die Sputa aus reiner estehen, der nur noch etwas Schleim beigemischt war. In der filtrirten Flüssigte nicht nur in reichlichster Menge Gallefarbstoff, sondern direct auch Gallensäure er PETTENKOFER'schen Probe nachgewiesen werden. Es hatte sich eine Leber-Lungebildet, durch welche zeitweilig alle gebildete Galle entleert wurde. — Bronchoıoische Sputa enthalten hier und da auch Schwefelwasserstoff als Ursache ihres stineruchs.

utrider Bronchitis finden sich in den Sputis Pfröpfe, die anfänglich neben hauptsächlich aus Eiterkörperchen bestehen, sie sind weiss, später werden sie g grau, es bleibt nur Detritus, in welchem sich nadelförmige Partikeln (Fettsäuren), hen und grössere Fetttropfen auffinden lassen. Die Farbe der Sputa ist sehr d: weiss, grau, roth, gelb, blau, grün, schwarz etc. Ein eigelbes Sputum findet entlich im Sommer ohne sonstige Erkrankung der Respirationsorgane. Bei Pneuwird das Sputum in den späteren Stadien citronengelb, während es anfänglich mit rothen Blutstreifen erscheint. Bei Pleuritis mit eitrig stinkendem Auswurf fanden н und FR. SCHULTZE relativ grosse Mengen von schön rothen Haematoidinkry-(schiefe rhombische Säulen) im Auswurf. In einem anderen Falle fand Ersterer assenhafte Tyrosinkrystalle in einem ausgehusteten fibrinösen Bronchialge-Die schwarzbraune und schwarze Färbung der Sputa rührt meist von verändertem off her, manchmal von massenhafter Anhäufung von Pigmentzellen. LEYDEN fand m Auswurf bei veraltetem Bronchialkatarrh, E. UNGAR daneben Krystalle von oxalalk, ohne dass Oxalurie bestand.

Vierzehntes Capitel.

Die Athmung.

Die Chemie des Gaswechsels.

Theorie der Athmung.

In den vorausgehenden Capiteln fesselte unsere Aufmerksamkeit d gang der mit dem Leben der animalen Organismen verbundenen contin Neubelebung von Substanz; wir sahen unbelebte Materie in den Org eintreten und hier als Bestandtheil seiner lebenden Organe selbst an Antheil nehmen, belebt werden. Das Widerspiel dieses Vorgangs ist e tinuirliche Zerstörung, Zersetzung lebender Substanz, ohne welche d sich nicht zu äussern vermag. Aus den Organbestandtheilen, als de präsentanten wir Eiweissstoffe, Fette, Kohlehydrate betrachten, bilden Lebensprocess neben amidartigen Körpern Kohlensäure und Wasser durc organischen Oxydationsprocess oder Dissociationsprocess P unter Sauerstoffaufnahme. Die Vorgänge der Athmung waren es v an welchen diese fundamentalen Sätze erkannt wurden (S. 523). Die

[redacted]

globin, welches die Rolle der Säure spielt, und Alkali gebunden; im besteht eine analoge Verbindung von Globulin mit Alkali (SERTOLI) und säure, in welcher das Globulin aber erst durch die Verbindung mit der en saure Eigenschaften erhält. (Nach P. BERT, E. SALKOWSKI u. A. ents Blut nur chemisch gebundene Kohlensäure.) Der in dem Blute locker ch gebundene Antheil der Kohlensäure kann durch die im Blute und in ganen sich entwickelnde Säure freigemacht und damit ebenfalls den Diffusetzen unterworfen werden. Die Sauerstoffaufnahme bleibt sich sonst gleichbleibenden körperlichen Verhältnissen in ziemlich weiten n annähernd gleich, wenn auch in reinem Sauerstoff oder in sauerstoffr Luft als der atmosphärischen geathmet wird. Der Grund dafür ist in wesenheit der haemoglobinhaltigen Blutkörperchen im Blute zu suchen, n Sauerstoff an sich binden. Die Abgabe des Wasserdampfes in den organen folgt dem Verdunstungsgesetze. Die ausgeathmete Luft ist asserdampf gesättigt und ziemlich genau auf die Körpertemperatur er-, es findet also eine bedeutende Wärmeabgabe bei der Athmung statt. r und Wärme stammen z. Thl. aus den Lungen, z. Thl. aber auch aus leitenden Canälen: Nase, Mundhöhle, Rachen, Bronchien.

AGNUS u. A. hatten angenommen, dass der Sauerstoff im Blute selbst keine onen vornehme, dass das arterielle Blut als ein »concentrirter Sauerstoffden Organismus durchströme, um, in den Geweben angelangt, die dort chen Stoffe zu verbrennen und dafür die gasförmigen Produkte des Geoffwechsels, Kohlensäure und Wasser, in sich aufzunehmen. Die neuere ogie glaubt, dass auch im Blute der Sauerstoff nicht vollkommen unwirk-, dass dort, analog wie in den Geweben, Sauerstoff für den chemischen echsel verbraucht werde und zwar nach Massgabe der Zellenthätigkeit, h im Blute stattfindet. Doch ist dieser Sauerstoffverbrauch im Blute, wie r relativ geringen Zahl wahrer Zellen — weissen Blutkörperchen — im chon von vorneherein wahrscheinlich ist, und wie es die Versuchsergebirect bezeugen, immerhin kein bedeutender. Die Oxydationen finden gend in den Geweben statt. In den Geweben treten nach Massgabe ihrer eit die chemischen Processe ein, in Folge deren Kohlensäure in das r Kapillaren einströmt.

stellt sich also die Theorie der Athmung in Berücksichtigung der gsten Athemstoffe sehr einfach:

e in die Lungenluft während der Athmung abgegebenen Gase werden rst in der Lunge gebildet, sondern finden sich schon im Blute vor, aus e an die Lungenluft abgegeben werden.

ie Kohlensäure entsteht durch chemische, unter Sauerstoffaufnahme fende Processe aus kohlenstoffhaltigen Körperbestandtheilen und zwar leinsten Theil im Blute selbst, fast ausschliesslich in den Geweben, aus sie in das Blut übertritt; im Blute ist sie sowohl im Plasma wie in den rperchen enthalten. Das Wassergas, welches in der Lungenluft sich t, stammt zum kleineren Theil aus der Verbindung wasserstoffhaltiger nd Gewebestoffe mit Sauerstoff, zum grössten Theile aus dem durch die g in die Säftemasse des Körpers gelangten, in der Lunge verdunstenden s. Die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute folgt in

der Hauptsache den Gesetzen der Gasdiffusion, wozu die Kohlensäure z. aus lockeren Verbindungen im Blut erst abgeschieden wird. Die Wasser gabe geht nach den Gesetzen der Verdunstung vor sich. Die normal ge fügige Aufnahme des Sauerstoffs in das Blutserum erfolgt nach Gesetzen der Diffusion. Das Gesammtblut nimmt dagegen weit mehr Sa stoff auf, als es diffundirt enthalten kann: Der Sauerstoff wird im Blute der Ha menge nach durch den Farbstoff der Blutkörperchen, das Haemoglobin, ge den. Der Absorptionscoëfficient des Blutes für Sauerstoff, d. h. das V Sauerstoff, welches die Volumeinheit Blut aus reinem Sauerstoff durch ei Diffusion aufnehmen kann, beträgt bei der Temperatur des lebenden Kö nur etwa 0,02 Vol. pCt., während das Blut in den Lungen ca. 7,8 Vol. durch die lockere chemische Bindung des Sauerstoffes an das Haemoglobi nimmt. Es hängt also wesentlich von der Menge des im Blute entha Haemoglobins ab, wieviel Sauerstoff das Blut in den Lungen aufnehmen k Wieviel es in der Zeiteinheit wirklich aufnimmt, wird durch den je na Intensität der Lebensvorgänge schwankenden Sauerstoffverbrauch in de weben regulirt (Pflüger).

Der Stickstoffgehalt der Atmosphäre wird nur seinem Druck sprechend in die Blut- und Gewebsflüssigkeiten aufgenommen. In der Ath wird, wie es scheint, kein der Gewebszersetzung entstammender Stickstoff geschieden. Der den zersetzten stickstoffhaltigen Körperstoffen entstamm Stickstoff geht in chemischer Verbindung mit Kohlenstoff, Wasserstoff und S stoff als Harnstoff, Harnsäure, Kreatinin etc. etc. im Harne weg (Voit, J. R Henneberg) (über Ammoniak cf. unten).

Dagegen haben Regnault und Reiset, neuerdings wieder J. Segen und J. N Stickstoffplus in der Athemausscheidung bei Thieren gefunden, welches sich nach d suchen der Letzteren bei der Katze und bei dem Hahn in nicht ganz unbeträchtlichen G bewegte.

Die Athemorgane — Lungen wie Kiemen — functioniren normal nur im feucht stande. Die feinen feuchten Membranen der Lungenbläschen und Kapillaren setze Diffusionsvorgängen nur geringe, bisher aber quantitativ noch nicht bestimmte Wider entgegen. Exner hat die Gasdiffusion durch dünne Flüssigkeitsschichten in Seifenb Wroblewski durch Kautschukmembranen beobachtet. Nach Ersterem ist die Diffusio schwindigkeit der Gase und Dämpfe durch »Flüssigkeitslamellen«, welche in gewissem analoge Verhältnisse wie die dünnen feuchten Lungenmembranen darbieten, dem Ab tionsverhältniss der Flüssigkeiten und der diffundirenden Gase direct, den Quadratwu aus den specifischen Gewichten der letzteren umgekehrt proportional. Nach Wroblews die Diffusionsgeschwindigkeit durch Kautschukmembranen direct proportional dem D der diffundirenden Gase auf die Membranen.

Historische Bemerkungen.

Es hat unter den physiologischen Vorgängen im menschlichen Organismus Nichts so das Augenmerk auf sich gezogen, als der Vorgang des Athmens. Wie bald man angefa über diesen Vorgang zu philosophiren, beweisen die Benennungen der Seele als πνεῦμα anima: schon in der ersten Bildungsperiode der Sprachen hatte man den Werth des und ausströmenden Hauches als der eigentlichen Quelle des thierischen Lebens erk Eine spätere philosophische Zeit musste durch den beständigen Wechselverkehr

Organismen mit der Atmosphäre, die ihr der Sitz der höchsten Kräfte war, auf den
ı gebracht werden, dass dieser Vorgang das Verbindungsglied sei der unteren mit
'esen, und da man beobachtete, dass alle höheren Entwickelungen der psychischen
ıften nur bei athmenden Wesen in Erscheinung treten, so ist es nicht sehr ver-
:h, wenn die Lehre der Pythagoräer nicht nur das Lebensprincip als solches in
r verlegt, von dem aus es sich den athmenden Thieren in beständiger Erneuerung
sondern auch diesem Aether eine erkennende Kraft gleich der der Seele selbst zu-
PLATO (Tim.) ahnte in etwas den wahren Vorgang der Respiration und seine freilich
ındeutlichen Aussprüche mahnen den Leser an Anschauungen unserer Tage.

müssen wir es auch in dieser Frage, wie fast in jeder, die sich auf exacte Natur-
ıng bezieht, dem Altmeister der Forschung im Gebiete der Natur: ARISTOTELES zuer-
ass er es war, der richtigere Anschauungen, soweit es seiner Zeit möglich, gewon-
lehrte, dass durch das Athmen das Leben der beseelten Wesen bestehe. Beim
Iringe der Lufthauch (τὸ πνεῦμα) aus den Lungen in das Herz, zu welchem Zwecke
ere Canäle annahm, und vertheile sich von dort aus in dem Körper. Auf einem
:ren Weg, als Jahrtausende nach ihm unsere neue Wissenschaft, fand er den Zusam-
des Athemprocesses mit der thierischen Wärme. Der Weg, der ihn leitete, war der
:ichenden Anatomie. Er lehrt in seinem Buche über die Arten der Thiere, dass die
ırme der Thiere um so höher sich steigere, je vollkommener die Lungen gebildet
d zieht daraus den Schluss: dass durch das Vorhandensein der Lunge, des Respira-
nes, die Lebenswärme regulirt werde. Nachdem wir ARISTOTELES bis zu dieser Höhe
hauung gelangt sehen, begegnen wir in der folgenden Zeit bis zum Ende des Mittel-
em eigentlich wesentlichen Fortschritt in der Theorie des Athmens nicht mehr. (cf.
/ickelung der Ernährungslehre S. 198.) GALEN und PLINIUS, die Lehren des Mittel-
hliessen sich eng an ARISTOTELES an.

weiterer Fortschritt in der Lehre von der Athmung knüpfte sich erst an die Ent-
des Kreislaufes (1619), durch welche es nachgewiesen wurde, dass beständig ein
ı Blutes durch die Lungen ströme, um von dort aus neu belebt durch die Arterien
a Theilen getrieben zu werden. Damit war der directe Wechselverkehr des Blutes
Luft erwiesen.

Chemie war zu jener Zeit noch nicht entwickelt genug, um eine andere als eine rein
sche Anschauung von dem Vorgange der Athmung allgemein aufkommen zu lassen.
bekommt ein gewisses Lebensprincip aus der Atmosphäre mitgetheilt und leitet es
r desselben allen Körpertheilen zu, die das räthselhafte Agens aus dem Blute an sich
Das Blut ersetzt den durch diese Abgabe eintretenden Verlust, indem es in den
ron Neuem mit der Luft in Beziehung tritt.

ler Entdeckung des Sauerstoffes am 1. August 1774 durch PRIESTLEY beginnt die
a der chemischen Naturforschung, von diesem Tage datirt ein vollkommener Um-
der Ansichten über die Vorgänge der Natur. Ein Jahr später fand LAVOISIER den
off und mit ihm die Zusammensetzung der Luft. Die Kohlensäure hatte schon
Jahrhundert vorher BAPTIST HELMONT aufgefunden, ebenso den Wasserstoff. Die
ler Verbrennung ist es, auf welcher LAVOISIER sein neues System der Chemie aufbaute
liese Weise aus einer Sammlung von Recepten eine Wissenschaft erschuf.

ın 4 Jahre vor der Entdeckung des Sauerstoffs hatte PRIESTLEY die Ausscheidung der
ure durch den Organismus im Athemprocesse gefunden, die Wasserausscheidung
ın seit den ältesten Zeiten aufgefallen. Es war natürlich, diese beiden Vorgänge,
ure und Wasserbildung, die sich in derselben Weise bei der Verbrennung aller
ıen Körper fanden, auch bei der Athmung auf eine Oxydation zurückzuführen.
's chemische Theorie, die mit der von LAPLACE und PROUT übereinstimmt, lehrt, dass
in den Lungenzellen fortwährend eine Flüssigkeit absondere, die vorzüglich aus
off und Wasserstoff besteht. Diese vereinigt sich mit dem Sauerstoff der Luft zu
ure und Wasser und wird in dieser neuen Stoffanordnung beim Athmen entfernt.

thode) gleichzeitig bestimmt werden, um die Kohlensäure in der eingeathmeten Lu in der ausgeathmeten abziehen zu können. Die Luftvolumina werden auf 0° un Barometerstand berechnet. Die Luft ist schon durch die Ventile mit Wasser gesät

Um die Gesammtgasausscheidung des Körpers für längere Zeiten (z. B. 24 S bestimmen, dienen die Apparate von REGNAULT, REISET und v. PETT Der erstere besteht im Wesentlichen aus einem luftdicht verschlossenen Kasten, i das Versuchsthier sich befindet. Die ausgeathmete Kohlensäure wird beständig abs es strömt dafür reiner Sauerstoff zu; der Sauerstoff wird direct bestimmt. Be sprünglichen PETTENKOFER'schen Apparat saugt eine durch eine Dampfmas eine Turbine, Wasserrad etc. getriebene Pumpvorrichtung aus einem für die Aufn Menschen oder grossen Thieres berechneten »Salon« mit mehreren Luftröhren die L erforderlichen Geschwindigkeit aus, dass nur ein Luftstrom in den Salon herein u in die Abzugsröhre entstehen kann. Alle eingeströmte Luft macht diesen Weg el aus einem geheizten Ofen, bei richtigem Zuge, nur durch das Kamin die Luft e darf. Die gesammte, den »Salon« durchströmende Luft wird durch eine grosse Gasu und gemessen, nachdem sie vorher durch Wasser gestrichen ist, um mit Wasser sättigt zu werden, und ihre Temperatur bestimmt wurde. Ein bestimmter, in ein Gasuhr zu messender Bruchtheil dieser Gesammtluft wird durch Röhren mit B gepresst und gibt hier seine Kohlensäure ab, die dann nach PETTENKOFER durch Tite werden kann. Vorher wurde sie durch concentrirte Schwefelsäure geleitet, um ihr zur Gewichtsbestimmung desselben zu entziehen. Von dem Kohlensäure- und W in der direct untersuchten Luftmenge wird auf den Kohlensäuregehalt der Gesam rechnet. Natürlich muss auch hier der Kohlensäuregehalt der eingeströmten Lu rend gleichzeitig bestimmt werden. Der Sauerstoff wird indirect durch Gewic mung des Versuchsthieres vor und nach dem Versuch bestimmt. C. VOIT und sei arbeiteten mit einem kleinen, für kleinere Thiere gebauten PETTENKOFER'schen App Apparate der später zu nennenden Autoren schliessen sich im Wesentlichen ent REGNAULT'schen Princip mit directer Sauerstoffbestimmung oder dem PETTENKOFE

Quantitative Verhältnisse der Athemgase.

Im normalen Respirationsprocess des Menschen (wie der Thiere) eingeathmeten Luft Sauerstoff entzogen, dafür aber Kohlensäure zuge dass die ausgeathmete Luft weniger Sauerstoff und mehr Kohlensäur eingeathmete enthält. Das Luftvolum vermindert sich dabei durch e Aufnahme in die Lunge in verschiedenem Maasse, da normal stets ein Volumen Sauerstoff aus der eingeathmeten Luft verschwindet, als Kol in der Ausathemluft wiedererscheint (cf. unten). Ein gesunder M 57—58 Kilogramm Körpergewicht) nimmt bei normaler, nur durch de geregelter Ernährung und relativer Körperruhe in ruhiger gew Athmung während einer Minute im Mittel 7,52 Liter Luft (wasserfrei g ein, und athmet in der gleichen Zeit 7,48 Liter (wasserfrei gemessen treten hierbei im Mittel 0,518 Gramm Sauerstoff in das Blut ein, 0,619 Gramm Kohlensäure aus dem Blute in die Ausathemluft abgegel den (SPECK). VIERORDT fand unter analogen Bedingungen den Kohle halt der Exspirationsluft schwankend zwischen 3,4—5,5, im Mittel = pCt., während die eingeathmete reine atmosphärische Luft nur versch Spuren (ca. 0,0004 Vol. pCt.) Kohlensäure enthält. Die wichtigsten nisse der Gasveränderung bei der normalen Athmung gibt folgen Tabelle (VIERORDT):

	Einathmungsluft:	Ausathmungsluft:	Differenz:
Stickstoff	79,2	79,2	= 0
Sauerstoff	20,8	15,4	— 5,4
Kohlensäure	0	4,4	+ 4,4
Volum	= 100,0	99,0	— 1

Aus den Speck'schen Angaben berechnet sich der Gesammtverbrauch an uerstoff in 24 Stunden für einen Erwachsenen unter den angegebenen Lensbedingungen im Mittel zu 746 Gramm Sauerstoff, seine Kohlensäureausbe während der gleichen Zeit auf 891 Gramm; das Verhältniss des aus der geathmeten Luft verschwundenen zu dem in der Ausathmungsluft in der hlensäure wiedererscheinenden Sauerstoffs ist: 100 : 869. Etwas kleinere rthe für die tägliche Kohlensäureausscheidung des Menschen unter den von ck eingehaltenen Verhältnissen bei Körperruhe und der nur durch den norlen Appetit geregelten gemischten Kost der höheren Stände ergaben meine ht für 24 Stunden berechneten, sondern für diesen Zeitraum wirklich ausührten Bestimmungen (mit dem v. Pettenkofer'schen Respirationsapparat); gesunder jugendlicher Mann (72 Kilogramm Körpergewicht) schied im e in 2 Versuchen aus 759,5 und 791,1 Gramm Kohlensäure, im Mittel also ,3 Gramm.

Die quantitativen Verhältnisse der Sauerstoffaufnahme und Kohlensäurebe in der Athmung schwanken je nach der grösseren oder geringeren Initát der Gesammtstoffwechselvorgänge im Organismus. Jene Bedingungen, che den Gesammtstoffwechsel ansteigen oder abfallen lassen, haben im letz Erfolg den gleichen Einfluss auf den Sauerstoffverbrauch und die Kohlenreabgabe in der Athmung. Da sich aber der in der Athmung aufgenommene erstoff nicht so ohne Weiteres im Körper mit dem Kohlenstoff der Organbendtheile zu Kohlensäure verbindet, sondern zunächst zur Bildung verschieer Zwischenglieder zwischen den chemisch hochzusammengesetzten Körperandtheilen und den Endprodukten ihrer organischen Oxydation Verwendung det, so werden sich selbstverständlich in kleineren Beobachtungszeiten die ngen des in der Athmung verschwundenen Sauerstoffs und der in der Exrationsluft wieder erschienenen Kohlensäure nicht immer in den gleichen Vernissen vermehrt und vermindert zeigen können; die Ausgleichung erfolgt t in etwas grösseren Zeiträumen und nur dann schon in 24 Stunden, wenn h der Körper in dieser Zeit in vollkommenes Gleichgewicht mit seinen äusse und inneren Lebensbedingungen gesetzt hat.

Das Bedürfniss nach Sauerstoff wächst mit der zunehmenden mechanischen istung der Zellen, der Organe, des Gesammtkörpers, und das Bedürfniss »der le nach Sauerstoff, d. h. ihr Sauerstoffverbrauch, ist die einzige normal tehende regulirende Einrichtung für die Sauerstoffaufnahme aus dem Blut d in dieses aus der Athemluft. Mit der gesteigerten mechanischen Leistung igt, wie der Sauerstoffconsum, so auch die Produktion der Endglieder der anischen Oxydation der Körperstoffe, vor Allem der Kohlensäure, aber auch Wassers und der krystallinischen, stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte.

Vor den Untersuchungen Pflüger's (cf. S. 207) hatte man sich die hier obtenden Verhältnisse im Principe anders gedacht. Nicht das Bedürfniss »der

Zellen«, sondern eine grössere oder geringere Menge des ihnen zug Sauerstoffs sollte die Grösse des Sauerstoffconsums und der Stoffzer und damit die der Kohlensäurebildung in der Athmung reguliren, etwa ein Feuer durch gesteigerte Wirkung des Gebläses stärker angefacht, ı Sauerstoffverbrauch und seine Kohlensäurebildung dadurch vermehrt kann (S. 199, GALEN). Man schien für diese Anschauung eine Anzahl gründeter experimenteller Versuchsergebnisse anführen zu könner welchen durch stärkere, energischere Lungenventilation nicht n Vermehrung der Sauerstoffaufnahme in das Blut, sondern auch eine ges Kohlensäureabgabe erfolgt. (Bei künstlich gesteigerter Athmung tritt d S. 520 geschilderte Zustand der Apnoe ein, in welchem das arterielle Bl als normal Sauerstoff aufgenommen hat und sogar vollständig mit Sauer sättigt sein kann.) In Beziehung auf die Kohlensäureausscheidung lehı die Versuche VIERORDT's, welche durch LOSSEN u. A. im Wesentlichen l wurden, in der Veränderung der Zahl und Tiefe der Athemzüge Einflüsse durch welche die Menge der in der Exspirationsluft erscheinenden Kohl verändert, resp. gesteigert werden kann. In dem gleichen ein- und athmeten Luftvolumen erscheint mehr Kohlensäure, wenn der Luft durch tiefere, aber seltenere Athemzüge erfolgte. Athmet man in de einheit bei gleicher Tiefe häufiger, oder bei gleicher Häufigkeit der züge tiefer, so wird zwar meist procentisch die Kohlensäuremenge in der beide Aenderungen des normalen Athemrhythmus vergrösserten Vol Ausathmungsluft verringert (BERG fand sie vergrössert), absolut aber ste Kohlensäure ausgeschieden. Bei sehr schnellem Athmen, ohne Reguliri Tiefe der Inspirationen, fand VIERORDT das gleiche Verhältniss: die B tungen LOSSEN's zeigen aber, dass, wenn die raschen Athemzüge glei sehr flach sind, hierbei auch eine absolute Verminderung der Kohlens gabe eintreten kann. Wir sind also im Stande, dadurch, dass wir z. B gesteigerte Lungenventilation den Kohlensäuredruck (Kohlensäuregeh Lungenluft vermindern, in der Zeiteinheit mehr Kohlensäure aus der heraus zu schaffen, da die Kohlensäurediffusion zwischen Lungenblut ur genluft um so rascher vor sich geht, je grösser die Differenz der Kohle spannung zwischen beiden ist. Damit stimmt überein, dass eine Stei der Kohlensäureabgabe in der Athmung auch erzielt werden kann durc weitere Verminderung des in der normalen Atmosphäre schon an sich so Kohlensäuredrucks, indem wir z. B. in sonst normaler, aber im Allge verdünnter Luft bei geringerem Luftdruck athmen (VIERORDT u. A.). Abhängigkeit der Ausscheidungsgrösse der Kohlensäure von dem gr oder geringeren Kohlensäuredruck der Atmosphäre, in welcher geathme zeigt sich auch darin, dass die Kohlensäureabgabe immer geringer, ja selb unterdrückt und in eine Kohlensäureaufnahme in das Blut verwandelt kann, wenn z. B. in geschlossenem Athemraum der Kohlensäuregeh Inspirationsluft steigt und zuletzt den des Blutes übertrifft. Bei Kar treten dann Vergiftungserscheinungen durch Kohlensäure auf, wenn d dem Thiere aufgenommene Volum Kohlensäure die Hälfte ihres Körper erreicht hat (W. MÜLLER).

PFLÜGER's Experimente beweisen aber, dass diese sich übrigen

ntitativ nur in sehr engen Grenzen haltenden, nach HOPPE-SEYLER auch zeit-
eng umgrenzten Veränderungen des Lungengaswechsels, beruhend auf
er Veränderung der Diffusionsbedingungen der Kohlensäure (und des Sauer-
ffs), keinen Einfluss auf den Gesammtstoffwechsel haben. PFLÜGER konnte
perimentell constatiren, dass bei den energischsten Athembewegungen, auch
i reiner Sauerstoffzufuhr, die Sauerstoffaufnahme in die Körperorgane aus
m Blute nicht grösser ist, als bei gewöhnlicher Athmung: die Sauerstoff-
ıfnahme aus dem Blut, der Sauerstoffverbrauch des Organis-
us ist von der Athemmechanik unabhängig; die künstliche Ath-
ung und das Bestehen des apnoischen Zustandes trotz der dabei eintretenden
llkommenen Sättigung des arteriellen Blutes mit Sauerstoff haben weder
ne Aenderung des Sauerstoffverbrauchs, noch der Kohlen-
urebildung zur Folge (PFLÜGER).

Dagegen erhöht Alles, was die Lebensthätigkeit des Gesammtorganismus,
ner Organe, seiner Zellen steigert, die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureab-
be in der Athmung e. v. v. Daraus ergibt sich, dass Nahrungsaufnahme
d Nahrungsenthaltung, Schlaf und Wachen, Arbeit und Ruhe,
niedrigung und Erhöhung der Lufttemperatur u. m. a. bei dem
ichen Individuum wesentliche Aenderungen in der Quantität der in der
hmung gewechselten Gase hervorbringen müssen. Die Beobachtungen von
RORDT, BERG, PETTENKOFER u. VOIT u. A. ergeben in diesem Sinne eine innige
hängigkeit der Athmung von den Tageszeiten bei normalen Lebensgewohn-
iten. Das Volum der Athemluft und ihr procentischer Gehalt an Kohlensäure
d während der Nacht am geringsten, einige Zeit nach dem Essen am gröss-
. BERG sah von Morgens 7 Uhr an Athemvolum und Kohlensäuremenge bis
—11 Uhr ansteigen, dann bis 1 Uhr (Mittagessensstunde) etwas absinken;
ch dem Mittagessen stiegen beide Grössen 4—5 Stunden lang an, dann folgt
Zurückgehen, welches um 8 Uhr das (leichte) Abendessen für 2 Stunden in
Ansteigen verwandelt, worauf während der Nacht das schon erwähnte Sinken
r Gesammtathmung eintritt. Nach Alkoholgenuss sinkt dagegen die
lensäureabgabe in der Athmung sofort (VIERORDT, BERG). Entsprechend den
229 dargestellten Ergebnissen PFLÜGER's über die Einwirkung der äusseren
mperatur und der Körperwärme auf den Stoffwechsel von Thieren haben
CK u. A. nachweisen können, dass bei dem Menschen durch äussere Er-
drigung der Temperatur sowohl die Sauerstoffaufnahme, als die Kohlensäure-
abe ansteigen. Sehr bedeutend wirken nach der Seite der Erhöhung der
ammtathmung gesteigerte Muskelanstrengungen. Für kürzere Beobachtungs-
ten haben wir hierüber die Untersuchungen SPECK's am Menschen anzu-
ren, welche durch die zahlreichen Versuche anderer Autoren an kalt- und
rmblütigen Thieren bestätigt werden. PETTENKOFER und VOIT haben den Ge-
mtstoffwechsel des Menschen bei relativer Ruhe und Muskelarbeit während
stündiger Perioden mit dem PETTENKOFER'schen Apparate untersucht, wodurch
sehr anschaulicher Weise die hier obwaltenden Verhältnisse bei verschie-
er Ernährung klar gelegt wurden. In Beziehung auf die Kohlensäure-
abe fanden sie an der gleichen Versuchsperson:

I. Hungerzustand.	Ruhe:	695	Gramm CO_2 in 24 Stunden ausgeschied
	Muskelarbeit:	1187	- - - - - -
II. Mittlere Kost.	1. Ruhe:	912	- - - - - -
	Muskelarbeit:	1285	- - - - - -
	2. Ruhe:	930	- - - - - -
	Muskelarbeit:	1134	- - - - - -
III. Eiweissreiche Kost.	1. Ruhe:	1008	- - - - - -
	2. Ruhe:	1038	- - - - - -
IV. Stickstofffreie Kost.	Ruhe:	839	- - - - - -

Lebensalter, Geschlecht, Temperamente, Constitutio Beschäftigungsweise, Lebensgewohnheiten, psychische S mungen, Jahreszeiten etc. gehen unverkennbar, ähnlich wie die T zeiten, mit bestimmten Ernährungs- und Thätigkeitszuständen des Kö Hand in Hand; darin liegt der Grund, warum bei ihnen die Gasausgabe i Athmung mit dem Gesammtstoffwechsel sich in bestimmter Weise charakte (cf. oben S. 230).

Wir haben in den bisherigen Betrachtungen an dem Grundsatz festg ten, dass die Abgabe der im Blut gelösten Kohlensäure an die Lungenluft den Gesetzen der Diffusion, begründet in der Differenz des Kohlensäureg resp. der Kohlensäurespannung in Blut und Lungenluft vor sich gehe. verdanken vorwurfsfreie vergleichende Bestimmungen über die Koh säurespannung im Lungenblute und in der Luft der Lungenbläschen Pf und seinen Schülern, unter diesen namentlich Nussbaum.

Die Luft in den Gesammthohlräumen der Lunge ist procentisch nicht zusammengesetzt. Die Luft der Lungenbläschen und kapillaren Bron welche direct mit der Quelle der Kohlensäure im Blute communicirt, e procentisch mehr Kohlensäure, als die Luft der weiter von dieser Quelle legenen Trachea, der grösseren Bronchien und Bronchialäste.

Der Beweis, dass die Kohlensäureabgabe aus dem Blut in die Lungen l lich auf einem physikalischen Diffusionsvorgang beruhe, kann nur dadurc führt werden, dass eine vollkommene Ausgleichung des Kohlensäured im Lungenblute und in der Luft der Lungenbläschen festgestellt wird.

Pflüger ist es gelungen, indem er, ohne Beeinträchtigung der normale sammtathmung, einen Lungencatheter auf die einfachste Weise luftdicht in e Bronchialzweig einführte, die Luft aus den Lungenalveolen eines Hu und gleichzeitig bei demselben Thiere venöses Blut aus dem rechten He zu entziehen. Nussbaum's Bestimmungen ergaben hierbei, dass unter dieser suchsanordnung wirklich die Kohlensäurespannung in der Luft der Lun bläschen identisch gefunden wird mit der in dem Blute, welches das r Herz den Lungen zuführt; der Procentwerth stellt sich bei beiden auf 3.8 eine Atmosphäre. Diese Versuche ergeben also die theoretisch postulirte kommene Ausgleichung der Spannung der Kohlensäure des Blutes mit de Lungenluft, wie sie die Gesetze der einfachen Diffusion verlangen.

Vierordt hatte gefunden, dass bei längerer Zurückhaltung der Luft in den Lunge Kohlensäuregehalt derselben steige und zwar, wie man zunächst glaubte, bis zur Höh Kohlensäurespannung in den Lungenkapillaren. Ludwig und Becher suchten im Ans

se Versuche den Werth der Kohlensäurespannung in den Lungenkapillaren des Menschen willkürliches Zurückhalten der Athemluft in den Lungen, bis sich in der ganzen Luft inge und im Lungenblute der Kohlensäuredruck ausgeglichen hatte, zu bestimmen. iien, als wäre unter diesen Umständen nur die Kohlensäuremenge dieser Luft zu messen, 'n gewünschten Werth der normalen Kohlensäurespannung im Lungenblute zu erhalten. ohlensäurespannung der in den Lungen zurückgehaltenen Luft zeigte jedoch auffällige enzen: von 5,9—8,5 %, welche sich aus störenden Einwirkungen der Athembehinderung auf die Kohlensäureabgabe aus dem Blute, wodurch eine anormale Steigerung der Kohrespannung in demselben entsteht, theils wahrscheinlich auch auf die Kohlensäureig selbst erklären.

iach den Experimenten LUDWIG's mit BECHER, HOLMGREN, SCHÖFFER, SCZELKOW u. A. hielt bisher im Gegensatz gegen die Darstellung PFLÜGER's ziemlich allgemein eine aktive treibung der Kohlensäure in der Lunge für bewiesen. Nach LUDWIG wäre ohlensäuredruck in der Alveolenluft gewöhnlich so bedeutend, dass das venöse Blut Kohlensäure an dasselbe abgeben könnte, wenn diese Abgabe auf den Gehalt des Blutes nfach diffundirte Kohlensäure beschränkt bliebe. Man müsste annehmen, dass in dem enkapillarblute die Kohlensäurespannung momentan gesteigert wird, so dass sie die iung in der Alveolenluft übertrifft, welche letztere dann Kohlensäure nach den Gesetzen liffusion aufnehmen könnte. Mit SCHÖFFER und SCZELKOW fand LUDWIG, dass das Blut dem Durchtritt durch die Lungen an festgebundener Kohlensäure ärmer sei als das e. Man hat bei diesem postulirten Austreibungsvorgang an die oben erwähnte Säureng im Gewebe der Lunge gedacht. Nach den Untersuchungen LUDWIG's und seiner er wäre es wahrscheinlich, dass die Blutkörperchen unter Mitwirkung des Sauerfs sich an der Kohlensäureaustreibung betheiligen. Man schwankte, ob man diese ausnde Wirkung dem Oxyhaemoglobin (PREYER) oder den aus der Zersetzung desselben ler Blutkörperchen entstehenden Säuren oder anderen Ursachen zuschreiben sollte. Dass in einen mit Sauerstoff gefüllten Raum mehr Kohlensäure abgibt als an das Vacuum, hat ig mit HOLMGREN gezeigt.

ebensalter und Athmung. — C. LUDWIG hat aus den Beobachtungen von ANDRAL, RET, SCHARLING, VALENTIN und VIERORDT eine Reihe zusammengestellt, welche, freilich erücksichtigung der Nahrung und wechselnden Thätigkeit der Organe, eine Abhängig- der stündlichen Kohlensäureausscheidung von dem Alter zeigt. Die e lehrt, dass bei dem Manne mit zunehmender Körperentwickelung auch die stündlich gebene Menge von Kohlensäure zunimmt, mit der Abnahme der Körperkräfte im höheren sinkt auch die betreffende Abgabe wieder. Dasselbe Gesetz, aber weniger deutlich, sich auch aus den Beobachtungen der genannten Autoren an Frauen. In der Tabelle, ih nur auf männliches Geschlecht bezieht, ist die Kohlensäure auf Kohlenstoff berechnet.

Alter:	8—14 Jahre	C in Gramm	7,2 pr. 1 hor.	ANDRAL, GAVARRET
-	-	- - - -	6,4 - - -	SCHARLING
-	15—25	- - - -	10,7 - - -	ANDRAL, GAVARRET
-	-	- - - -	10,8 - - -	SCHARLING
-	26—50	- - - -	11,0 - - -	ANDRAL, GAVARRET
-	-	- - - -	11,4 - - -	SCHARLING
-	-	- - - -	10,7 - - -	VALENTIN
-	-	- - - -	8,0 - - -	VIERORDT
-	51—60	- - - -	11,0 - - -	ANDRAL, GAVARRET
-	61—70	- - - -	10,2 - - -	-
-	71—80	- - - -	6,0 - - -	-
-	81—102	- - - -	7,3 - - -	-

GNAULT und REISET fanden, dass junge Thiere derselben Art eine grössere Saueraufnahme zeigen als alte, ebenso gesunde magere eine grössere als sehr fette Indi-

viduen. Auf gleiches Körpergewicht berechnet nehmen kleinere Individuen dersell mehr Sauerstoff auf als grössere.

Nahrung und Athmung. — Nach meinen an mir selbst angestellten Beobac ist die stündliche gesammte Kohlensäure- oder Kohlenstoffausscheidung durch Lun Haut bei demselben jugendlichen Individuum (24 Jahre) sehr schwankend. Im H stande wurden in einer Stunde gefunden 7,5 Gramm, bei normaler Nahrung 9,0 Gra möglichst gesteigerter Nahrungsaufnahme 10,52 Gramm. Das Körpergewicht des V individuums war im Durchschnitt 72 Kilogramm.

Nahrung:					
Hunger	CO_2 662,9	= C 180,8	pr. 24 hor.	C 7,5	pr.
-	- 663,5	= - 180,9	- - -	- 7,5	-
stickstofflose Nahrung	- 735,2	= - 200,5	- - -	- 8,5	-
gemischte Kost	- 759,5	= - 207,0	- - -	- 8,6	-
- -	- 791,1	= - 215,7	- - -	- 9,0	-
4 Pfd. Fleisch	- 847,5	= - 231,1	- - -	- 9,6	-
möglichst grosse Nahrungsmenge	- 925,6	= - 252,4	- - -	- 10,5	-

Temperatureinflüsse auf die Athmung. — I. Veränderung der . temperatur ohne wesentliche Aenderung der Körperwärme. E warmblütigen, nicht winterschlafenden animalen Wesen eine Steigerung des Wärm aus dem Körper, z. B. durch eine Erniedrigung der äusseren Temperatur, ohne d Körpertemperatur dadurch (wesentlich) verändert wird, so zeigt Athmungsvorgang in allen Beziehungen gesteigert: die Respirationsbewegungen w schleunigt und verstärkt, die Athemzüge werden vertieft und beschleunigt, dabei w Zeiteinheit mehr Sauerstoff aufgenommen und mehr Kohlensäure abgegeben. Es b eine allgemeine Steigerung der wärmeproducirenden Processe im Körper unter den Bedingungen. Das Verhältniss kehrt sich um bei einer Verminderung des Wärm aus dem Körper. Schon am Ende des vorigen Jahrhunderts beobachtete an Mee chen Ad. Crawford die Steigerung der Sauerstoffaufnahme bei Erniedrigung der Temperatur. Lavoisier und Seguin, Delaroche, Sanders-Eza, Vierordt, Letellier, (mann erweiterten dieses Resultat, indem sie auch die gleichzeitige Steigerung de säureabgabe constatirten. Die Beobachtungen, theilweise mit ziemlich ungenüge suchsvorrichtungen gewonnen, waren jedoch nicht eindeutig genug, so dass sie di tretene Meinung, dass die Konstanterhaltung der Körpertemperatur der Warmblü Einwirkung verschiedener äusserer Temperaturen nicht in einer Veränderung de produktion, sondern lediglich in einem je nach der verschiedenen Wirkun Wärmeabgabe der animalen Wesen regulirenden Momente (cf. unten: animale Wä schieden grossen Wärmeabflusss begründet sei, nicht zum Verstummen bringen Auch gegen die neuerdings versuchten experimentellen Beweise einer quantitativen rung der Wärmeproduktion (Hoppe-Seyler, Liebermeister u. A.), und gegen n den älteren übereinstimmende Bestimmungen der Sauerstoffaufnahme und Kohlensä unter dem Wechsel der äusseren Temperatureinflüsse (Gildemeister, L. Lehman konnte diese Meinung noch festgehalten werden (Senator). Erst die oben (S. 229) ten Versuchsergebnisse Pflüger's mit seinen Schülern Colasanti und Finkler, an w die auf längere Beobachtungsperioden fussenden Resultate, welche Dr. med. He Theodor in Bayern und später Voit gewannen, anschlossen, haben mit voller erwiesen, dass, neben den wichtigen regulirenden Einrichtungen für den Wärmeal Veränderungen der äusseren Temperatur auch jene einleitend erwähnte, corresp Veränderung in der Sauerstoffaufnahme und Kohlensäurebildung, und damit au Wärmebildung eintrete. Die unter Pflüger's Leitung an Meerschweinchen a Versuche hatten folgende Hauptergebnisse, Mittelwerthe in cc berechnet auf 1 k Thier und 1 Stunde:

	mittlere Temperaturdifferenzen während der Versuche:					
	I. 16,9⁰—7,03⁰		II. 21,3⁰—7,8⁰		III. 26,21—3,64⁰	
ener Sauerstoff . . .	1086,8	1496,66	1134,8	1642,4	1118,5	1856,5
lene Kohlensäure . .	937,01	1202,44	992,8	1457,1	1057,4	1554,8
des Sauerstoffs in der ure zum aufgenom- ıuerstoff	0,86	0,80	0,88	0,88	0,94	0,83

ısreihen I. und II. (je 10 Versuche) sind von COLASANTI im Sommer, die Reihe III. e; von FINKLER im Winter angestellt; bei letzteren betrug für je 1⁰ Temperatur-ie Vermehrung des aufgenommenen Sauerstoffs 32,1, die der ausgeschiedenen ? 20,2 cc. Die individuellen Verschiedenheiten, welche alle Thiere zeigten, ver-ht das Resultat, dass unter sonst möglichst gleichen Bedingungen die Sauerstoff-n Winter eine beträchtlich stärkere ist, als im Sommer (+ 23 %).

ı auch den Gesammtstoffwechsel berücksichtigenden 22, je 6 Stunden dauernden von Dr. med. HERZOG CARL THEODOR in Bayern, welche an einer Katze mit en, dem PETTENKOFER'schen nachgebildeten, Respirationsapparat im Laboratorium führt wurden, berechnen wir folgende Mittelwerthe in Gramm für das Gesammt-Stunden ohne weitere Reduktion:

	Mitteltemperatur ⁰ C.:			
	I. —3,0⁰ bis —5,5⁰	II. +0,2⁰ bis 5,0⁰	III. +12,8⁰ bis 19,8⁰	IV. +20,1⁰ bis 30,8⁰
ener Sauer-	19,41	17,84	15,46	12,84
ene Koh-	20,40	19,20	16,24	13,40
Abnahme ergewichts	12,30	12,80	15,90	16,40

n grossen PETTENKOFER'schen Respirationsapparat stellte C. VOIT 9, ebenfalls je 6 uernde Versuche an einem 71 Kilogramm schweren Menschen an bei mög-eichbleibender Körperruhe; in Gramm finden wir folgende Mittelwerthe ohne uktion:

	Mitteltemperatur ⁰ C.:		
	I. +4,4⁰ bis 9,0⁰	II. +14,3⁰ bis 23,7⁰	III. +23,7⁰ bis 30,0⁰
ıiedene Kohlensäure	203,00	156,6	165,5
ıiedener Harnstoff .	4,16	3,91	3,57

iese Versuche am Menschen, bei denen sich im Einzelnen die aus vorausgehen-edenen Ernährungs- und Arbeitseinflüssen resultirenden Stoffwechselverschieden-er störend geltend machten, bestätigten die gleichzeitige Steigerung des Gesammt-es, welche die Versuche an der Katze (HERZOG KARL THEODOR) vollkommen klar ten. VOIT's Versuche ergeben bei dem Menschen auch bei Steigerung der äusseren über 23,7⁰ eine geringe Erhöhung des respiratorischen Gaswechsels.

össer der Wärmeverlust ist, welchen ein Mensch oder ein tiges Thier ohne (wesentliche) Aenderung seiner Eigentempe-ährt, um so grösser zeigt sich sein Gesammtstoffwechsel: ıfnahme und Kohlensäureabgabe, Harnstoffausscheidung und gesammter Stoffver-edrigung der Aussentemperatur bedingt unter diesen Verhältnissen gesteigerte ldung des Organismus etc. Diese Regulirung des Stoffverbrauchs bei er Temperatur erfolgt unter nervösen Einflüssen (PFLÜGER).

änderung der Körpertemperatur in ihrem Einfluss auf Athmung mmtstoffwechsel. — Auch über diese, für Physiologie und Pathologie (Fie-) gleich wichtige Frage verdanken wir PFLÜGER und seinem Schüler HUGO SCHULZ

die grundlegenden Beobachtungen, deren Hauptresultate wir oben (S. 229, Ernährungsv suche II. Gruppe, mitgetheilt haben: mit Zunahme der Körpertemperatur steigt bei Kalt tern, Froschen, in sehr regelmässiger Progression der Sauerstoffverbrauch und die Kohl säureabgabe (d. h. der Gesammtstoffwechsel). Bei Warmblütern waren die Resultate bi meist weniger eindeutig, da es hier bei der energischen Wirkung der die Körperwärme lirung besorgenden Momente schwerer hält, jene die Oxydationsprocesse des Körpers erhöh Wirkung der gesteigerten Wärmeabgabe, mittelst welcher man den Körper zu erkälten s von der vermindernden Wirkung der herabgesetzten Körpertemperatur e. v. v. zu tre Nach den Experimentalergebnissen PFLÜGER's wächst aber auch bei den Warmbluten Oxydationsprocess proportional der Temperatur der Organe, wenn die regulirenden Mo der Wärmeabgabe ausser Thätigkeit gesetzt wurden. Eine Verminderung der Saue einnahme und Kohlensäureausgabe bei Körpererkältung e. v. v. haben für Warmblüter die Beobachtungen an Winterschläfern oder wechselwarmen Thieren er (cf. unten bei Thierische Wärme). Im Winterschlaf, wobei die Korpertemp herabgesetzt ist, zeigt sich eine sehr bedeutende Verminderung der Sauerstoffaufnahm Kohlensäureabgabe in der Respiration, beide steigen, sowie mit dem Erwachen des T die Körpertemperatur sich erhebt. Sinkt die Körpertemperatur nicht-winterschla Warmblüter unter ca. 28—26 %, so vermag die Wärmeregulirung die Wirkung de nicht mehr zu compensiren und es erfolgt durch die Abkühlung eine deutliche Abnahm Oxydationsprocesse (PFLÜGER). Erhöht man die Körpertemperatur nicht-winterschla Warmblüter künstlich, so steigt die Anzahl der Athemzüge und die Menge der in de einheit ausgeschiedenen Kohlensäure (L. LEHMANN, C. VOIT), sowie des Harnstoffs (G. Sch MATHIEU und URBAIN wollen im arteriellen Blute künstlich höher erwärmter Thiere bei 43° C. Körpertemperatur) eine sehr beträchtliche Zunahme des Sauerstoffgehalts ge haben, gleichzeitig eine Verminderung des Kohlensäuregehalts. CL. BERNARD hat u lehrt, durch operative Eingriffe (Durchschneidung des Halsmarks) warmblütige Th einen kaltblütigen Zustand zu versetzen; hierbei fand ERLER eine Herabsetzung der K säureabgabe. Dasselbe ergaben seine Versuche an »gefirnissten« Thieren, die sich eb abkühlen. Nach PFLÜGER wird durch Halsmarkdurchschneidung der ganze Oxyd process wesentlich herabgesetzt, die Sauerstoffaufnahme, wie die Kohlensäureabgab mindert. Die Verhältnisse sind in beiden Fällen aber weit complicirter, als bei jenen erwähnten Versuchen PFLÜGER's bei Kaltblütern, bei welchen in Folge der Wärmeentz [redacted]

bis etwas gegen 1 zu an; aus den Versuchen bei Körperruhe und verschiedenen Ernährungsweisen ergibt sich aber, dass das Sauerstoffverhältniss bei Muskelarbeit sich dem bei reichlichen Zersetzung von Eiweiss im Körper, d. h. bei eiweissreicher Kost, mehr annähert, und sich von dem bei reichlicher Zersetzung von Kohlehydraten mehr entfernt. Das Sauerstoffverhältniss ist bei Arbeit von dem bei gemischter Kost wenig verschieden. Folgende Tabelle gibt für die schon S. 532 nach anderer Richtung dargestellten Versuche die quantitativen Verhältnisse der Sauerstoffaufnahme und -Abgabe während 24 Stunden, darunter Arbeitsstunden, für die beobachteten Menschen ohne weitere Reduktionen:

Verhältniss des Sauerstoffs in der ausgeschiedenen CO_2 zum aufgenommenen Sauerstoff:

I. Hungerzustand.	Ruhe:	. . . . .	0,68 Gramm
	Muskelarbeit:	. . . . .	0,80 -
II. Mittlere Kost.	1. Ruhe:	. . . . .	0,94 -
	Muskelarbeit:	. . . . .	0,98 -
	2. Ruhe:	. . . . .	0,78 -
	Muskelarbeit:	. . . . .	0,82 -
III. Gemischte Kost.	Ruhe:	. . . . .	0,84 -
IV. Eiweissreiche Kost.	1. Ruhe:	. . . . .	0,90 -
	2. Ruhe:	. . . . .	0,86 -
V. Stickstofffreie Kost.	Ruhe:	. . . . .	0,75 -

bei Arbeit im Mittel	0,866	Gramm
bei Ruhe bei mittlerer und gemischter Kost im Mittel	0,853 — 0,013	-
bei Ruhe bei eiweissreicher Kost im Mittel . . .	0,870 + 0,004	-
bei Ruhe bei eiweissfreier Kost	0,750 — 0,116	-

Die Ergebnisse scheinen sonach für eine ziemlich gleichmässige Betheiligung aller Organstoffe, auch des Eiweisses, an den Zersetzungsvorgängen im tetanisirten Muskel zu sprechen.

Wie innig die Wärmeproduktion und Wärmeregulirung, sowie die Oxydation von der Ruhe oder Thätigkeit der Muskeln abhängt, geht auch aus den Versuchen an gelähmten Menschen und Thieren hervor. Lähmung der Muskulatur durch Curare oder Durchschneidung des Halsmarks setzt die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe, d. h. die Oxydationen wesentlich herab (PFLÜGER). VOIT's Versuche an einem durch Wirbelfraktur Gelähmten bestätigen dieses Resultat auch für den Menschen.

Die Beobachtungen von C. SCHMIDT, PETTENKOFER u. VOIT ergaben, dass am Tage stets mehr Kohlensäure ausgeschieden wird, als bei Nacht. Es bezieht sich das auf die am Tage im Allgemeinen gesteigerte Lebensthätigkeit, vor Allem die Muskelarbeit, nicht auf die Veränderung der Respirationsthätigkeit. Im Schlaf ist das Athmen stets weniger häufig, meist

Die älteren Versuche, welche über die Einwirkung des Lichts auf die Athmung an geblendeten und sehenden Thieren angestellt wurden (MOLESCHOTT u. A.), haben, weil die Thiere im Licht mehr Muskelbewegungen ausführen, ebenfalls eine Steigerung der Kohlensäureabgabe durch das Licht ergeben. Doch scheint nach den neuen Versuchen von PFLÜGER mit PLATEN, bei denen wachen Kaninchen die Augen bald mit durchsichtigen, bald mit undurchsichtigen Glasdeckeln bedeckt werden, doch das Licht an sich, d. h. die sensible Retinareizung, entsprechend der Wirkung anderer sensibler Reizungen, eine steigernde Wirkung auf die Kohlensäureabgabe und Sauerstoffaufnahme zu haben. Sie fanden im Mittel:

Sauerstoffaufnahme im Dunkeln = 100 gesetzt, im Licht = 116
Kohlensäureabgabe - - = 100 - - - = 114

Resultate, mit denen die neuesten Ergebnisse MOLESCHOTT's und S. FUBINI übereinstimmen. Zu beachten ist bei Beurtheilung der Lichtwirkung auf die Athmung, dass dem Licht ausgesetzte Theile eines Frosches eine grössere Empfindlicheit zeigen, als beschattete (TARCHANOW und WEDENSKI).

Chemie der Athmung im Fieber. — Durch die Untersuchungen Liebermeister's fiebernden Menschen (Intermittens) ist sicher gestellt, dass, analog der im Fieber eintrel den Steigerung der Harnstoffausscheidung, bei fiebernden Menschen die Kohlensäure scheidung sehr beträchtlich erhöht ist. Damit ist der Beweis geliefert, dass sich die erhö Fiebertemperatur nicht nur aus der Verminderung des Wärmeabflusses, sondern a aus einer gesteigerten Wärmebildung erklärt. Bei Intermittens steigt, etwa bis zur 3. Stu die Kohlensäureabgabe mit der zunehmenden Körpertemperatur, später sinkt die Aussch dung wieder etwas, trotzdem dass die Wärme hoch bleibt. In Gramm fand Liebermeister je zweistündigen Versuchsperioden Kohlensäure:

	Frost- und Hitzestadium:	Schweissstadium:	Apyrexie:
I.	77,6	73,5	58,6—63,9
II.	69,3	56,9	52,7—58,2

An Hunden beobachteten Leyden und Fränkel die Steigerung der Kohlensäureabgabe Fieber nach Eiterinjection in den Muskel. An einem fiebernden, hungernden Me schweinchen untersuchte Pflüger mit Colasanti auch die Sauerstoffaufnahme. Sie den in cc bei 0° und 0,76 m Druck folgende Werthe für beide Gase auf 1 Kilogramm Thier 1 Stunde gerechnet:

	Sauerstoffaufnahme:	Kohlensäureabgabe:	Temperatur im Rektum:	Temperatur in der L
fieberfrei: . . .	948,17	872,06	37,1° C.	18,7° (
fiebernd:	1137,80	949,50	38,5° C.	17,5° (
stärker fiebernd: .	1242,60	1201,59	39,7° C.	15,9° (

In den Fieberversuchen war die äussere Temperatur etwas (im Maximum etwa 3° C.) n driger, als während des fieberfreien Zustandes. Da aber nach Pflüger und Colasanti Zunahme der Sauerstoffaufnahme für 1° Temperaturabnahme nur 32,1 cc, die der Kohl säureabgabe 20,2 cc beträgt, so ist trotzdem die durch das Fieber bedingte Steigerung bei vollkommen deutlich.

Blutkörperchen und Sauerstoffaufnahme. Weitere Luftveränderungen bei d Athmung.

Obwohl die Sauerstoffaufnahme in den Lungen ein vorwieg chemischer Vorgang ist, so sehen wir doch eine Reihe von anderweitigen B dingungen auf sie Einfluss ausüben. Vor Allem sehen wir, dass der Proce gehalt der Luft an Sauerstoff nicht unter ein bestimmtes Minimum sinken da ohne dass Athemnoth oder Erstickung eintritt. Nach W. Müller sterben Kani chen rasch in einer Luft, welche nur 3% Sauerstoff enthält; bei 4,5% ist d Athmung schwer, bei 7,5% immer noch tiefer als normal; erst bei 14,8% si die Bewegungen der Athmung ganz regelmässig. Da bei dem Menschen d Sauerstoffgehalt in der Ausathmungsluft zwischen 14 und 18% schwankt, genügt dieselbe Luft also noch weiter zur normalen Erhaltung des Athme Durch Athmen (Ersticken) im abgeschlossenen Luftraum wird schliesslich d Sauerstoff desselben fast gänzlich verzehrt.

Da die Aufnahmsfähigkeit des Blutes für Sauerstoff zunächst von der Men der Blutkörperchen, d. h. von dem Haemoglobin derselben abhängig ist, so ze sich der Gehalt des arteriellen Blutes an Sauerstoff dem Haemoglobingeha desselben proportional und schwankt bei verschiedenen Individuen mit d letzteren auf- und abwärts. Normal ist das Arterienblut stets zu etwa $^{9}/_{10}$ 1

auerstoff gesättigt (PFLÜGER), bei Apnoe ist die Sättigung eine fast oder wirklich vollkommene. Neben der Zahl und Grösse der Blutkörperchen ist auch die Geschwindigkeit des Blutstromes in den Lungen von Einfluss auf den Mechanismus der Sauerstoffaufnahme; mit der grösseren Zahl der in der Zeiteinheit die Lungenkapillaren passirenden Blutkörperchen wächst die Absorptionsfläche für Sauerstoff. Das Volum des einzelnen Blutkörperchens von mittlerer Grösse bestimmte WELCKER, indem er aus Gyps nach den Verhältnissen der Blutkörperchengrösse gefertigte Schemata benutzte, zu 0,000000072217 Cb.-mm. Da 1 Cb.-mm Blut 5 Millionen Blutkörperchen enthält, erreicht deren Gesammtvolum 0,36 Cb.-mm, für das Plasma bleibt 0,64 Cb.-mm. Nach WELCKER ist die Oberfläche des schüsselförmigen Körperchens etwas kleiner, als die eines Cylinders von gleicher Höhe und Breite. Sie ergab sich durch Belegung des Modells mit Papier und Wägung des letzteren für ein Blutkörperchen zu 0,000128 □mm. Ein Cubikmillimeter Blut (5 Millionen Blutkörperchen) hat also beim Menschen eine Blutkörperchenoberfläche von 640 □mm (beim Frosch 220 □mm). Das Gesammtblut des Menschen zu 4400 Cb.-cm angenommen, gibt eine Blutkörperchenoberfläche von 2816 □m, d. h. eine Quadratfläche von 80 Schritt Seitenlänge. Werden in jeder Secunde 176 Cb.-cm Blut in die Lungen getrieben, so repräsentirt die Oberfläche der darin enthaltenen Blutkörperchen eine Quadratebene von 87 □m = 13 Schritt Seitenlänge. Zu diesen bedeutenden Grössen kommt noch die Ausdehnung der Lungenoberfläche. HUSCHKE berechnet die Zahl der Lungenbläschen auf 1800 Millionen, ihre Fläche zu beinahe 200 □m. Durch die Einathmung werden die Lungenbläschen ausgedehnt, ihre nach KRAUSE nur 0,013 bis 0,022 mm dicke Wand noch verdünnt, die Widerstände gegen das Ein- und Austreten der Gase dadurch vermindert (cf. S. 30). Die gleichzeitige Vermehrung der Widerstände in den durch Dehnung verengerten und verlängerten Kapillaren wird die Blutkörperchen länger in der Sauerstoffberührung zurückhalten, also auch reicher mit Sauerstoff sättigen. Im gesteigerten Maasse wirken in diesem Sinne bei Athemnoth die vertieften Athembewegungen, gesteigerte Lungenventilation.

Die Blutkörperchen können, wie es scheint, auch in ihrem Sauerstoffabsorptionsvermögen Schwankungen erleiden. Manche narkotische Stoffe: Morphin, Strychnin, Alkohol sollen die Absorptionsfähigkeit herabsetzen, vielleicht dürfen wir das auch für andere in der Nahrung aufgenommene Stoffe: Fette, Zucker annehmen; Kohlenoxydgas setzt die Absorptionsmöglichkeit am bedeutendstén herab (HARLEY, BERNARD, HOPPE).

Der eigentliche Sauerstoffkonsument ist die Zelle, das Gewebe (PFLÜGER). Verbraucht der Organismus durch Steigerung der Lebensthätigkeit eines oder mehrerer seiner Organe mehr Sauerstoff, so wird in den Lungen mehr Sauerstoff aufgenommen, indem zunächst die Athmung vertieft und beschleunigt wird, so dass trotz des Mehrverbrauchs der Sauerstoffgehalt des arteriellen Blutes der normale bleibt. Die physikalischen und chemischen Momente für Steigerung und Herabsetzung von Sauerstoffaufnahme in den Lungen sind bei gleichbleibendem Sauerstoffverbrauch des Organismus nur von untergeordneter Bedeutung, erst bei relativer Verarmung des arteriellen Blutes an Sauerstoff durch Mehrverbrauch desselben in der Zeiteinheit treten sie in gesteigerte Wirksamkeit.

Die von Wasserdampf befreite ausgeathmete Luft, obwohl sie Stoffe abgegeben und andere eingenommen hat, zeigt ihr Volum im Allgemeinen nur wenig verschieden von der eingeathmeten Luft. Daraus geht hervor, dass die Volumina des aufgenommenen S stoffes und der abgegebenen Kohlensäure nahezu gleich sein müssen (cf. S. 536, Kohlens sauerstoffverhältniss, respiratorischer Quotient PFLÜGER's). (Die Kohlensäure enthält e gleiches Volumen Sauerstoff.) Da bei der inneren Athmung der grösste Theil des Sauei zur Oxydation von Kohlenstoff verwendet wird, so überrascht diese Beobachtung ı Wir müssen schon von vorn herein voraussetzen, dass das in 24 Stunden ausgeathmete volum stets im ganzen etwas kleiner sein muss, als das eingeathmete, da ja der Sau auch noch neben der Kohlensäurebildung zur Oxydation von Wasserstoff, Stickstoff, Sch Phosphor verwendet wird, deren Oxydationsprodukte theilweise nicht in der Athmung der erscheinen. Das Experiment lässt wirklich eine solche Verminderung des Vol etwa um 1% ziemlich regelmässig erkennen. Am kleinsten ist dasselbe nach REGNAUL REISET bei einer Nahrung mit Kohlehydraten, die für Oxydation des Wasserstoffs schon gend Sauerstoff in ihrer Zusammensetzung enthalten; nach REGNAULT und REISET kan Körnerfütterung) sogar mehr Sauerstoff in der Kohlensäure der Exspiration erscheine aus der inspirirten Luft Sauerstoff verschwand; am stärksten ist es bei Fleischkost unc 0,62—0,80 nach REGNAULT und REISET. Die Classe der Thiere scheint hierbei viel gerir Einfluss auszuüben, als die Qualität der Nahrung. Bei Hunger kann das Verhältniss etwas niedriger ausfallen, als bei Fleischnahrung. Auf 100 aufgenommenen Sauerstoff sc der Mensch nach PETTENKOFER und VOIT in 24 hor. zwischen 69 und 98 Sauerstoff Kohlensäure aus (S. 537). Merkwürdig ist die Beobachtung, dass winterschlafende unter Umständen Sauerstoff in sich zurückhalten (VALENTIN) und dadurch schwerer w können; Zurückhalten von O sollte sich im Schlafe nach PETTENKOFER und VOIT au Menschen zeigen, was sich jedoch in neueren Versuchen als Täuschung herausgestellt hat (C.

Die Aufnahme und Abgabe von Stickstoff durch das Blut ist (im W lichen) nur vom Luftdruck abhängig. Steigt der Luftdruck und damit der Stickstoffdr der Luft, in welcher geathmet wird, so nimmt, den physikalischen Absorptionsbeding des Blutes entsprechend, welche sich von denen des Wassers wenig unterscheiden, da entsprechend mehr Stickstoff auf; umgekehrt gibt das Blut bei vermindertem Stickstof der geathmeten Luft entsprechend Stickstoff ab. Analog wirken Temperaturdiffer Nach den Beobachtungen von REGNAULT und REISET geben die Thiere stets geringe M (aus dem Stoffwechsel stammenden?) Stickstoffs ab, meist weniger als $^1/_{100}$ des währen selben Zeit aufgenommenen Sauerstoffs. Während und nach dem Hungerzustande, vie auch in Krankheitszuständen nehmen dagegen namentlich Vögel Stickstoff auf. SEEGE NOWAK geben ebenfalls Stickstoffausscheidung bei Hunden an. PETTENKOFER, VOIT nehmen an, dass diese Stickstoffabgabe und -Aufnahme lediglich aus Versuchsfehlern erkläre (cf. oben Stickstoffgleichgewicht S. 206).

Warmblütige Thiere scheiden durch die Perspiration nach REGNAULT und REISET Spuren von Ammoniak und Schwefelwasserstoff, in grösseren Mengen Kol wasserstoff (CH_4) und freien Wasserstoff aus.

Die ausgeathmete Luft hat stets ziemlich genau die Temperatur des Körpers, ind in der Lunge ihre Wärme mit der des Blutes ausgeglichen hat. Nur wenn die Temp der eingeathmeten Luft sehr niedrig wird, ist diese Ausgleichung keine vollkom VALENTIN fand die Wärme der Lungenluft: bei — 6,3° C. + 29,8° C., bei + 19,5° C. + 37, bei + 41,9° C. + 38,1° C.

Die in die Lungen meist kälter und trockener eingeathmete Luft wird dort mit W dampf fast vollkommen gesättigt (VALENTIN). Bei sehr raschen Athemzüge keine vollständige Sättigung ein. Die Menge des ausgeschiedenen Wassers wird ge wenn die Zahl der Athemzüge steigt. Es rührt das sicher daher, dass die häufigeren A züge weniger tief waren, so dass hier dasselbe Verhältniss stattfindet, wie bei der K säureabgabe, deren Ausscheidung auch, wie angegeben, durch häufigere, flachere Athe

ocentisch vermindert wird (S. 530). Die Gesammtwassermenge, welche den rganismus durch die Athmung (Haut- und Lungenathmung) während Stunden verlässt, schwankt zwischen sehr weiten Grenzen. Sie beträgt beim Manne der Ruhe etwas weniger als 1000 Gramm. Bei Nacht im Bett ist sie aber manchmal bestender als am Tage. Bei Arbeit ist sie um das Doppelte, ja Dreifache grösser als bei Ruhe. ...kofer und Voit fanden für den Menschen bei Ruhe und Arbeit und verschiedener Ernährung (cf. oben Tabelle S. 534 u. 537) folgende Werthe für die Wasserausscheidung:

I. Hungerzustand.	Ruhe:	814	Gramm Wasser in 24 Stunden ausgeschieden
	Muskelarbeit:	1777	- - - - - -
II. Mittlere Kost.	1. Ruhe:	828	- - - - - -
	Muskelarbeit:	2042	- - - - - -
	2. Ruhe:	957	- - - - - -
	Muskelarbeit:	1412	- - - - - -
III. Eiweissreiche Kost.	1. Ruhe:	1110	- - - - - -
	2. Ruhe:	1207	- - - - - -
IV. Stickstofffreie Kost.	Ruhe:	925	- - - - - -

Obwohl die Kohlensäure ein Gift für den animalen Organismus ist, so bewirkt doch e Erhöhung des Kohlensäuregehalts der geathmeten Luft bis etwa zu 4 Vol.-pCt. und so-soch etwas mehr keine bald erkennbaren sächlichen Einwirkungen auf das Leben. Nach ...en's unter Pflüger's Leitung ausgeführten Versuchen bewirkt ein grösserer Gehalt der ...an Kohlensäure, wenigstens während der ersten Minuten ihrer Einathmung, eine Zu-...me in der Tiefe der Athemzüge und Abnahme ihrer Frequenz. Bei weiterer Erhöhung ...n beim Menschen Zittern, Aufregung, Kopfschmerz ein, schliesslich der Tod. Der letz-...erfolgt durch directe Einwirkung der Kohlensäure, nicht aus Sauerstoffmangel (W. Müller), ...kann die tödtliche Wirkung der Kohlensäure durch reichliche Anwesenheit von Sauer-... in der geathmeten Luft längere Zeit hinausgeschoben werden. In Dohmen's, sowie ...länder's und Herter's Versuchen starben Versuchsthiere, welche ein Gasgemisch aus ...rstoff und 50—75 oder 62—65% Kohlensäure athmeten, erst nach $1/2$—$3/4$ Stunden unter ...er Art Narkose und Herabsetzung der Athmung; die Muskelkraft ist hierbei bedeutend ...abgesetzt (Hoppe-Seyler). Bird hat angegeben, dass ein Gehalt des arteriellen Blutes ... 106,7—116,6, des venösen Blutes von 120,4 Vol.-pCt. CO_2 (bei 76 cm Barometer-...d) den Tod herbeiführe. Nach seinen Beobachtungen schienen kaltblütige Thiere: ...langen, Eidechsen, Frösche weit empfindlicher, als Warmblüter gegen eine Erhöhung des ...lensäuredrucks in der geathmeten Luft. Friedländer und Herter constatirten dagegen ... ältere Bemerkung, dass die Kaltblüter weniger empfindlich auch gegen dieses Gift seien ... Warmblüter, von welchen zuerst die Vögel erliegen.

Zur Entwickelungsgeschichte der Athemfunctionen. — Ueber den Bau der Pla-...ta, als Athemorgan des Embryo, und das Verhältniss der embryonalen zu den mütterlichen ...centargefässen cf. oben S. 55 u. 504). Zweifel unterband bei eben geborenen Kindern, ehe sie ...ch einen Athemzug gethan hatten, die Nabelgefässe und konnte so constatiren, dass, der ...en l. c. gegebenen Darstellung des Gasverkehrs des Blutes der Frucht mit dem der Mutter ...sprechend, das Blut der Nabelvene heller roth ist und mehr Oxyhaemoglobin enthält, ... das der Nabelarterie, in welcher das kindliche Blut der Placenta zuströmt. Bei Erstickung ...iger Thiere verschwindet auch sehr rasch das Oxyhaemoglobin aus dem Blute des ...bryo. Ueber die quantitativen Verhältnisse des Stoffwechsels und der Athmung mensch-...ler Embryonen hat man noch sehr wenig erfahren. Ihre Sauerstoffaufnahme scheint in ...heren Stadien ziemlich gering zu sein; Zunz fand im Blute von Kaninchenembryonen nur ...% des Körpergewichts Haemoglobin.

Die Athmung des im Ei sich entwickelnden Hühnchens hat Baumgärtner ...ersucht. Im ruhenden, sich nicht entwickelnden Ei konnte er keine Athmung nachweisen, ...e ist, wenn auch vorhanden, doch sicher nur gering, und spielt sich wesentlich in der

Eiluft selbst ab. Bei Brüttemperatur beginnt rasch eine wahre Athmung mit Sauersto nahme und Abgabe von Kohlensäure, in ihren quantitativen Verhältnissen bis zum schlüpfen des Hühnchens sehr regelmässig ansteigend. Die Wasserabgabe des Eies sich dagegen in den verschiedenen Stadien der Bebrütung ziemlich gleich. Hand i mit dieser Athmung geht eine ebenfalls ziemlich gleichmässig steigende Gewichtsab des bebrüteten Eies, an welcher sich die Eierschale nicht betheiligt (VOIT, HERMANN). GÄRTNER fand, dass die Sauerstoffaufnahme des Eies während 24 Stunden stieg vom 1. bis zum 13. langsam und regelmässig von 0,0074 bis 0,0969 = 0,1 Gramm; vom 13. dem Tag vor dem Ausschlüpfen, weit rascher bis zu 0,4485 Gramm. Das ausges Hühnchen nahm am 21. Tage 0,7817 Gramm Sauerstoff auf. Die Kohlensäureabgabe derselben Weise vom 1. bis 13. Tag von 0,009 bis 0,122 Gramm; vom 13. bis 20. 0,560 Gramm. Das ausgeschlüpfte Hühnchen athmete am 21. Tag 1,008 Gramm Kohl aus. Die Wasserabgabe des Eies ist umgekehrt in den ersten beiden Wochen höher 3. sinkt sie; Minimum am 18. Tag 0,050, Maximum am 7. Tag 0,241 Gramm, auf je ei der 1. Woche treffen im Mittel 0,170, der 2. 0,138, der 3. 0,082 Gramm Wasserabga

POTT fand, dass Insektenlarven weniger CO_2 ausscheiden, als die ausge Thiere; die Puppen scheiden am wenigsten aus.

Zur vergleichenden Pysiologie. — Ueber die Gesammtathmung grösserer Th REISET mit einem vergrösserten REGNAULT'schen Apparat Versuche gemacht, welche i nahme eines einzigen alle eine grössere oder geringere Stickstoffausscheidung von (13,036, einmal 93,211 (?) in 24 Stunden ergeben haben (cf. oben S. 540); ebenso CH_4 0,097 bis 2,033 in 1 Stunde; bei zwei Schweinen wurden in der Stunde 0,6128 un freier Wasserstoff bestimmt. Die wichtigsten sonstigen Werthe gibt die folgende Aus der zweiten Zahlenreihe ergibt sich die Menge der ausgeschiedenen CO_2. Mit A der drei Schweine, welche während des Versuchs je etwa 3 Kilogramm Runkelrübe ten, befanden sich die Thiere im Hungerzustand.

	Sauerstoffaufnahme in 1 Stunde von 1 Kilogramm Thier, Gramm:	Verhältniss des Sauersto ausgeathmeten CO_2 zum nommenen Sauerst
Schaf, 6 Jahre alt	0,490	99,40
- - -	0,633	100,68

[redacted]

gleiche Gewicht reducirt Säugethiere und dann Insekten, sodann mit viel geringerer Ausscheidung: Würmer, Amphibien, Fische, Schnecken (POTT). Die oben besprochenen Einflüsse auf die Athmung lehren uns, dass wir in dieser Verschiedenheit z. Thl. dem Einfluss der Körpergrösse der Thiere begegnen. Ebenso wichtig ist nach unseren Auseinandersetzungen die umgebende Wärme und die innere Körpertemperatur. Die Versuche BÜTSCHLI's an Blatta orientalis, Küchenschabe, lassen die Kohlensäureabgabe wesentlich von der äusseren Temperatur abhängig erscheinen. 1000 Gramm Thier lieferten in 1 Stunde im Mittel Gramm CO_2 bei 4° C. 0,0789—0,121; bei 15° 0,364; bei 20—26° 0,426; bei 25° 0,587; bei 25°—26° 0,583; bei 31°—35° 0,815—1,286 Gramm. BAUMERT beobachtete, ohne auf die Gleichhaltung der Temperatur näher zu achten, an Fischen; er fand für 1000 Gramm Thier in 1 Stunde:

	aufgenommenen Sauerstoff:	ausgeschiedene Kohlensäure:
Schleie	1,39—1,76	0,97—1,89
Goldfisch	5,38—9,46	4,28—9,08
Schlammpeizger	2,31—9,17	2,48—8,14

Wie wesentlich die Respiration der Fische von der Temperatur bestimmt wird, ergaben die Versuche von JOLYET und REGNARD, ebenfalls am Goldfisch, Cyprinus auratus, angestellt. Es nahm 1 Kilogramm Thier in 1 Stunde auf in cc bei 2° Temperatur 14,8 Sauerstoff, bei 10° ?,1, bei 30° 147,8; das Sauerstoff-Kohlensäureverhältniss war dabei 0,89; 0,96; 0,75. Derartigen Beobachtungen gegenüber erscheinen die bisherigen, ohne Beachtung der Temperatur angestellten Bestimmungen der Athmung von Wasserthieren ziemlich werthlos. Die Schwimmblasen der Fische dienen, besonders energisch jene, welche mit dem Verdauungsschlauche in offener Verbindung stehen, respiratorischen Functionen. BIOT gibt an, dass die Luft der Schwimmblase mehr Sauerstoff enthalte, als die atmosphärische Luft, und zwar bei Fischen, welche in grösseren Meerestiefen leben, bis 70, bei solchen in geringerer Tiefe 29 Vol.-pCt.; FR. SCHULZE fand, davon ganz abweichend, in der Schwimmblase der Schleie: 3,7—13,2 Vol.-pCt. Sauerstoff, 80,8—90,7 Stickstoff und 8,9—5,4 Kohlensäure; in der Barbe fand sich neben Stickstoff nur 1,1 Sauerstoff und 1,4 Kohlensäure. HUMBOLDT und PROVENÇAL hatten den Sauerstoffgehalt viel höher gefunden, beim Karpfen bis 10,7%.

Zur Darmathmung (S. 544). — Die Schlammpeizger haben neben ihrer Kiemenathmung eine wahre Darmathmung. Sie schlucken Luft in den Darm ein, halten sie hier länger zurück und treiben sie dann durch den After aus. BAUMERT hat diese durch den Darm geathmete Luft untersucht und sie relativ arm an CO_2 gefunden.

Die Hautathmung und Darmathmung.

Die Hautathmung, die Perspiration, liefert qualitativ dieselben Produkte und bewirkt die gleichen Luftveränderungen wie die Lungenathmung, auch die übrigen Verhältnisse zeigen sehr genaue Uebereinstimmung mit denen der Lungenathmung. Die mit der Haut in Berührung befindliche Luft wird erwärmt, mit Wasserdampf und Kohlensäure beladen, dafür wird ihr Sauerstoff entzogen, und zwar dem Volumen nach meist weniger, als dafür Kohlensäure abgegeben wird (GERLACH). Die Gesammtoberfläche der Haut eines Menschen bestimmte FUNKE zu 1,6 □ Dec.-m. Vor Allem ist die Haut für den Organismus von grosser Wichtigkeit als Organ der Wärme- und Wasserabgabe. Letztere kann in 24 Stunden eine sehr bedeutende Grösse erreichen. Nach SCHARLING beträgt die Kohlensäureabgabe der Haut (und des Darms) für 24 Stunden 32,08 Gramm, nach H. AUBERT und LANGE zwischen 2,3—6,3, während die durch die Lungen ausgeschiedene Menge das Hundert- bis Dreihundertfache davon betragen kann. Nach GERLACH steigert sich die Kohlensäureabgabe

durch die Haut mit der Muskelanstrengung, das Gleiche gilt von der steigei Temperatur der umgebenden Luft (Aubert, Röhrig, Tubini und Ronch) zwar kann diese im geraden Verhältniss zur Temperatur eintretende Steige über das Doppelte der Ausscheidung bei mittlerer Temperatur betragen. Aubert ist die CO_2-Ausscheidung der verschiedenen Körperstellen sehr schieden gross, die Haut der Hand liefert relativ sehr geringe Werthe. Lichte scheidet nach denselben Autoren die Haut des Vorderarms mit Hand des Menschen etwa um 16% mehr Kohlensäure aus, als in der Dui heit. Da andere Stoffe als Kohlensäure und Wasser nicht in erheblicher M ausgeschieden werden, so trifft der Gesammtverlust durch die Haut, de 24 Stunden bis auf 500—800 Gramm steigen kann, vorzüglich auf die Wa abgabe. Nehmen wir für Harn und Hautausdünstung die unteren Grenzei Vergleichswerthe an, so ist die Wasserabgabe durch Lungen, Haut Nieren je etwa 500 Gramm, also auf drei Wegen etwa gleich gross. sind die Schwankungen besonders bei der Harnausscheidung, aber auch der Hautausdünstung ganz enorm. Die Lungenausdünstung bleibt (Bernar unter der angegebenen Grösse zurück.

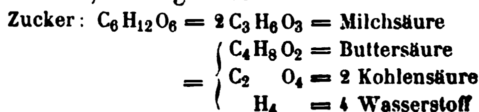
Als Organe der Hautathmung werden die Schweissdrüsen a sprochen, mit ihrem reichen Kapillarnetze, zu dem die Luft den Zutritt fi kann. Die mit Epidermis bedeckte Haut betheiligt sich gewiss nur sehr w wenn überhaupt, an dem Gasverkehre zwischen Blut und Atmosphäre.

Nach Hoppe-Seyler könnte vielleicht (?) alle in der Hautathmung abgegebene Kohlen einem »Verwesungsprocess«, namentlich von Hautsekreten an der Hautoberfläche entstam

Der **Darmathmung** hat man bisher weniger Werth beigelegt. Die Gası gen, welche durch den Darm gewechselt werden, sind nur gering. Doch im Darm wie in der Lunge Sauerstoff aus der verschluckten Luft verzehrt, sie, beladen mit Kohlensäure, Wasserdampf und Wärme, wieder abgegebei

Ausser der Darmathmung existirt noch eine zweite Quelle für Kohlensä bildung im Darme: die Gährung, Milchsäure- und Buttersäuregährung Darminhaltes. Neben der Kohlensäure findet sich in den Darmgasen ı Planer auch Wasserstoff, der ebenfalls dieser Gährung entstammt. Gasentwickelung im Dünndarme ist am bedeutendsten nach dem nusse vegetabilischer, stärke- und zuckerhaltiger Nahrung, namentlich ı Hülsenfrüchten. Bei dieser Nahrung ist auch die entstehende Menge des Was stoffes am grössten, der bei Fleischnahrung vollkommen fehlen kann.

Regnault und Reiset hatten Wasserstoff in der Athemluft gefunden. Pettenkofer und Voit zeigten, dass das Vorkommen von Wasserstoff in den Gasen Gesammtathmung unter denselben Nahrungsbedingungen eintrete, unter de Planer in den Darmgasen Wasserstoff gefunden hatte. Der Wasserstoff in Gesammtrespirationsluft enstammt also wohl den Gährungsvorgängen im Dar welche auch noch einen freilich geringen Theil von Kohlensäure produci Das Schema, nach welchem der Zerfall des Zuckers in der Buttersäure- Milchsäuregährung eintritt, ist folgendes:



$$\text{Zucker}: C_6H_{12}O_6 = 2\,C_3H_6O_3 = \text{Milchsäure}$$

$$= \begin{cases} C_4H_8O_2 = \text{Buttersäure} \\ C_2\ \ O_4 = 2\ \text{Kohlensäure} \\ H_4 = 4\ \text{Wasserstoff} \end{cases}$$

Im Magen findet sich kein Wasserstoffgas, so lange der Magensaft sauer ist; urch Neutralisiren desselben z. B. mit Magnesia usta, kann die Buttersäure-ährung auch dort eingeleitet und dadurch Wasserstoff gebildet werden. Das asaufstossen bei Verdauungsschwäche ist darauf begründet.

Auch die in geringen Spuren in der Gesammtathemluft gefundenen Kohenwasserstoffgase (Leuchtgas), und Ammoniak (S. 540) stammen enigstens der Hauptmasse nach vom Darme. Das Ammoniak rührt vielleicht nter Umständen auch von Zersetzungen in kranken Zähnen, Speiseresten etc. n der Mundhöhle her, es beträgt nach den Bestimmungen von C. Voit und ossen in der in 24 Stunden durch die Lungen abgegebenen Luft 0,0104 Gramm. L. Schenk fand die Ammoniakabgabe durch die Lungenathmung beim Hunde wischen 0,07—0,102 Gramm im Tage schwanken. In der Hautathmung konnte r kein Ammoniak nachweisen. Das Blut halten Voit u. A. für ammoniakfrei, rücke gibt darin Ammoniak als normalen Bestandtheil an.

Die letztgenannten Gase: Wasserstoff, Kohlenwasserstoff, Ammoniak tehen an ihrem Entstehungsorte und in der normalen Atmosphäre entweder nter keinem oder unter einem verschwindend kleinen Drucke, da sie dort nur n den minimalsten Spuren oder gar nicht (Wasserstoff) vorkommen. Sie müssen o, mögen sie im Darme oder sonst wo entstehen, sogleich in die Gewebsüssigkeiten diffundiren. So gelangen sie in die Athemluft, wohl ohne mit den xydationsvorgängen im Organismus, denen die Athmung vor Allem dient, twas zu schaffen zu haben.

Zur vergleichenden Physiologie. — Bei den Nackthäutern mit feuchter Haut (Fröschen) t die Athmung durch die Haut weit bedeutender, als bei Warmblütern (L. Spallanzani 4). Regnault und Reiset beraubten Frösche ihrer Lungen und beobachteten, dass die irten Thiere durch die Haut noch fast ebenso viel Sauerstoff aufnahmen und CO_2 abgan, als früher im Besitz ihrer Lungen, was neuerdings vielfach bestätigt wurde. Nach wards genügt diese Hautathmung für das Leben der Frösche.

Gewebsathmung, innere Athmung.

Der Wechselverkehr des Blutes mit den Geweben, der in diesen den Stoffechsel unterhält, ist dem Wechselverkehre des Blutes mit der atmosphärischen uft entgegengesetzt. Das arterielle, sauerstoffbeladene und verhältnissmässig hlensäurearme Blut gelangt in die Kapillaren und tritt hier mit den Gewebsten der Organe in Diffusionsaustausch, welcher sich sowohl auf die festen, im ute und in den Organflüssigkeiten gelösten Stoffe als auch auf die in beiden beidlichen Gase bezieht. Nur zum sehr kleinen Theil geschehen die organischen rbrennungen, welche Sauerstoff verbrauchen und Kohlensäure bilden, im ute selbst (Pflüger, T. Schmidt). Die weit überwiegende Hauptgrösse der ydation findet in den Geweben statt, an welche das Blut Sauerstoff abgibt, d aus denen es Kohlensäure aufnimmt. E. Oertmann hat, nach Pflüger's Meden arbeitend, diesen Satz in aller Strenge bewiesen, indem er die Respiran von entbluteten Fröschen, deren Blut durch Salzwasser ersetzt war, benmte. Die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe bezog sich hier also iglich auf die Gewebsathmung, da die »Blutathmung« beseitigt war. Es

ergab sich, dass die Oxydationsprocesse nach Entfernung des Blutes eine lang noch in derselben Höhe wie vorher verlaufen: der Ort der Oxy tionsprocesse sind demnach fast ausschliesslich die Gewe nicht das Blut. Beispiel: Bluthaltige Frösche: O-Verbrauch 2 bis 29,4 cc; CO_2-Abgabe 21,2 bis 28,86 cc; blutleere Frösche: O-Verb 23,3 bis 29,6; CO_2-Abgabe 22,6 bis 27,78. Bei Warmblütern (Kanin erlischt dagegen der Oxydationsvorgang in den Geweben fast unmittelba der Entziehung der Sauerstoffzufuhr durch das arterielle Blut (Hoppe-Seyle Takácz). Die Entziehung des Sauerstoffs (z. B. durch Schwefelwassersto giftung) hebt bei ihnen die Mehrzahl aller normalen chemischen Processe i Organen (Muskeln) auf, die Zerstörung von Glycogen, Zucker, Fettsäuren. die Bildung von Fleischmilchsäure (bei Muskelkrämpfen) scheint vom Sau unabhängig vor sich zu gehen.

Die Kohlensäureabgabe der Organe in das Blut ist der Haup nach ein Diffusionsvorgang, doch scheint eine Reihe von Thatsachen daf sprechen, dass sich auch hier in zweiter Linie vielleicht aktive Ausscheid vorgänge mit einmischen. Namentlich scheinen an der Austreibung der K säure aus den Geweben die in den Geweben entstehenden Säuren sic betheiligen zu können. Ein Theil der Kohlensäure gelangt aus den Gewe fester gebundenem Zustande in das Blut in Form salzartiger Verbindunge wie wir oben sahen, das venöse Blut reicher an diesen Verbindungen ist. a arterielle. Sowie die Kohlensäurespannung im Blute stärker wird, als i Geweben, so nehmen diese umgekehrt Kohlensäure in sich auf, ebenso v ten sich nach Valentin auch noch die ausgeschnittenen Gewebe gegen gasfö Kohlensäure.

In den lebenden Knochen findet Pflüger die locker gebundene Kohlensaure, sich an dieser Diffusion betheiligen könnte, so gering, dass sie bei Stoffwechselversuch nachlässigt werden darf. Im frischen geruhten Kaninchenmuskel fand Pflüger mit St im Mittel ca. 100 Vol.-pCt. Kohlensäure, im Tetanus nimmt der Kohlensäuregehalt de keln, wie ich zuerst constatirte, sehr beträchtlich ab; nach Pflüger und Stintzing bet

[redacted]

instellen, welche dem Blute in der Zeiteinheit mehr Sauerstoff zuführt. Indem dabei auch das Herz in gesteigerte Thätigkeit geräth, wird der Gesammtkreislauf beschleunigt und dem mehr Sauerstoff verbrauchenden Gewebe in der Zeiteinheit auch mehr Sauerstoff geliefert (cf. auch Thätigkeitswechsel der Organe und Blutvertheilung).

Je nach der Stärke ihrer Thätigkeit ist der Sauerstoffverbrauch und die Kohlensäurebildung (Stoffwechsel) in den Organen sehr wechselnd. Mit der gesteigerten Thätigkeit nimmt die Gewebsathmung sehr bedeutend zu. Das Blut, welches thätige Muskeln durchströmt, enthält nach LUDWIG und SCZELKOW um mehrere Procente weniger Sauerstoff und dagegen mehr Kohlensäure als das Blut ruhender Muskeln (S. 536). Trotzdem sieht man unter Umständen das Blut aus den Venen thätiger Organe noch ziemlich hellroth abfliessen. BERNARD u. A. beobachteten das an den Speicheldrüsen, Nieren, Pankreas, Magen- und Darmschleimhaut, auch am Muskel sieht man diese Erscheinung, wenn der Blutzufluss zu dem Organe in noch höherem Maasse gesteigert ist als der Gasaustausch. Ueber die wahre Grösse der Steigerung des letzteren können sonach nur Versuche eine Anschauung geben, bei welchen die absolute Grösse des Gesammtgasaustausches zwischen den ungleichen Blutmengen bestimmt wird, welche in gleichen Zeiten bei Ruhe und Thätigkeit die Organe durchströmen. Das Nierenvenenblut ist hell karmoisinroth, das der anderen Venen meist blauroth. Dass in allen Organen und Geweben innere Athmung stattfindet, beweist, dass in allen das arterielle Blut sich in venöses umwandelt. Im venösen Blute scheint die unter allen Umständen geringfügige organische Oxydation doch eine stärkere zu sein oder wenigstens unter Umständen werden zu können als im arteriellen. A. SCHMIDT fand, dass im venösen und vor Allem im Erstickungsblute sich relativ mehr leicht oxydirbare, »reducirende« Stoffe finden, welche zugeführten Sauerstoff rascher verzehren.

Die ältere Physiologie nahm einen lebhaften Stoffwechsel und damit lebhafte Wärmebildung in den Lungen an. G. LIEBIG zeigte, dass das Blut im linken Herzen meist etwas niedriger temperirt ist, als im rechten Herzen, der Unterschied beträgt 0,04—0,1° C. Man pflegte dieses Resultat auf eine in den Lungen stattfindende Abkühlung des Blutes zu beziehen. Nach den Angaben von COLIN könnte sich auch das Gegentheil besonders bei grösseren Thieren zeigen. JACOBSON und LEONHARD fanden auch bei Kaninchen bald das Blut im rechten, bald aber auch im linken Herzen wärmer. HEIDENHAIN und R. KÖRNER fanden regelmässig eine höhere Temperatur im Blute und in der Ventrikelwand des rechten Herzens. Sie finden die Ursache dafür in der Anlagerung des rechten Ventrikels an das Zwerchfell und die darunter liegenden wärmeren Organe der Abdominalhöhle, während der linke Ventrikel rings an die Lunge Wärme abgibt. E. ALBERT und S. STRICKER wiesen aber diesen Erklärungsgrund zurück. Sie finden, dass die Temperatur des Herzfleisches höher ist, als die des Blutes, und constatiren ganz unabhängig von dem Einfluss der anlagernden Organe eine Temperaturdifferenz zu Gunsten des Blutes des rechten Herzens. Bei der Annahme einer aktiven Wärmeproduktion in der Lunge hätte man wohl zunächst an den Vorgang der Bindung des Sauerstoffs an das Haemoglobin zu denken.

Ich habe an Fröschen eine Reihe von Versuchen angestellt, um die Grösse

der inneren Athmung in den verschiedenen Körpergeweben und Organen zu bestimmen. Die Resultate behalten mit den nöthigen Einschränkungen auch für Säugethiere ihre Geltung. Es ergab sich, dass sich die Gewebe und Organe durchaus nicht in dem Verhältnisse ihres relativen Gewichts an der Kohlensäureproduktion des Organismus betheiligen, dagegen entspricht die innere Athmung ziemlich genau dem relativen Blutgehalt der Organe. Der gesammte Bewegungsapparat männlicher Frösche: Muskeln, Nerven, Knochen, Haut, beträgt im Mittel 89 % des Gesammtkörpergewichts. Für den Circulations- und Drüsenapparat bleiben sonach nur 11% des Körpergewichts. Der Drüsenapparat betheiligte sich trotzdem bei Fröschen nach meinen Messungen im Maximum mit 47%, im Mittel mit 40% an der Kohlensäureproduktion, bei dem Bewegungsapparate, dessen überwiegende Hauptmasse die Muskeln ausmachen, sah ich dagegen die Betheiligung an der Kohlensäureproduktion bis auf 53% sinken. Ganz analog diesem Procentverhältnisse ist die Vertheilung des Blutes bei Fröschen im Bewegungs- und Drüsenapparate; es vertheilt sich dasselbe, abgesehen von der im Circulationsapparat befindlichen Menge, in den beiden Hauptorgansystemen auch etwa zu gleichen Theilen.

Bei diesen Versuchen wurde die Kohlensäureproduktion kräftiger Froschmännchen zunächst für eine bestimmte Zeit gemessen, dann je ein Bein ohne Blutung amputirt, was die Thiere meist ohne bemerkbare Reaktion ertragen, und nun die Kohlensäureproduktion wieder für dieselbe Zeit gemessen. Der Verlust an Kohlensäure war durch den Verlust des entfernten gewogenen Theils des Bewegungsapparates veranlasst. Nach dem Versuch wurde das Thier geschlachtet, seine Organe gewogen, und von der Betheiligung des abgeschnittenen Stückes des Bewegungsapparats an der Kohlensäureproduktion auf die Betheiligung des Gesammtbewegungsapparates gerechnet. Der Rest der beobachteten Kohlensäureproduktion fiel auf den Drüsen- und Circulationsapparat.

Einfluss des Luftdruckes auf die Athmung und das Allgemeinbefinden.

Allgemeine Experimentalergebnisse. — Die im Blute absorbirten Mengen von Stickstoff richten sich nach unseren obigen Darstellungen nach der Grösse des Luftdrucks. Bei Steigerung des Sauerstoffdrucks in der geathmeten Luft (bis zu 3 Atmosphären) beobachtete P. Bert eine geringe, aber ziemlich gleichmässig steigende Zunahme des Blutes an auspumpbarem Sauerstoff. Diese Zunahme beruht z. Thl. darauf, dass, abgesehen von dem Oxyhaemoglobin, entsprechend grössere Sauerstoffquantitäten in das Plasma des arteriellen Blutes und zwar einfach durch Gasabsorption (Diffusion) eintreten. Da die Hauptursache der Sauerstoffaufnahme in das Blut aber die Menge des in ihm enthaltenen Haemoglobins ist, so vermindert eine Erniedrigung der Sauerstoffspannung in der geathmeten Luft die Sauerstoffaufnahme in der Athmung in wesentlicher Weise erst dann, wenn diese Erniedrigung einen relativ sehr hohen Grad erreicht hat. Bei 9—10 Vol.-pCt. Sauerstoffgehalt der geathmeten Luft wird, nach Speck's je etwa 5 Minuten währenden Versuchen an sich selbst, zwar etwas weniger Sauerstoff aufgenommen, umgekehrt bei einer Erhöhung über den normalen Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft etwas mehr, die Kohlensäureausscheidung in der Athmung wird in beiden Fällen aber nicht verändert. Das Letztere bemerkte auch W. Müller bei noch weit niedrigerem Sauerstoffdruck. Erst bei einem Sauerstoffdruck von 7—8% einer Atmosphäre beginnen deutlicher wahrnehmbare Störungen der respiratorischen Functionen, indem die Zahl der Athemzüge zunimmt; bei noch weiterer Erniedrigung tritt subjektive und objektive Ermüdung, dann Bewusstlosigkeit

und bei 3,8—3 % der Tod unter Stillstand der Athmung und Herzbewegung ein (W. Müller, P. Bert u. A.). Kaltblütige Thiere ertragen bei ihrer normalen Körpertemperatur eine stärkere Erniedrigung des Sauerstoffgehalts in der Athemluft, als warmblütige Thiere. — Die mechanische Erklärung der Wirkung verminderten und erhöhten Luftdrucks von G. v. Liebig cf. S. 560.

Verminderter Luftdruck. — Die Luft ist durch den Grad ihrer Compression, die sie entweder durch den verschiedenen Luftdruck bei verschiedenen Ortshöhen erfährt, oder die auf künstlichem Wege durch Luftpumpenvorrichtungen vermehrt oder vermindert werden kann, nicht ohne Einfluss auf unser Befinden. Der Totaldruck, welcher von allen Seiten her gleichmässig vertheilt auf den menschlichen Körper wirkt, schwankt zwischen etwa 30 bis 40 Tausend Pfund. Die gewöhnlichen Barometerschwankungen reichen kaum aus, bemerkbare Wirkungen auf unser Allgemeinbefinden hervorzubringen. Vierordt beobachtete bei einer Schwankung des Barometerstandes von 749 mm zu 762 mm bei letzterem Stande eine geringfügige Vermehrung der Athemzüge und Pulse, von 70,9 zu 72,2, und von 11,6 zu 12,2 in der Minute. Bei stärkerer Verminderung des Luftdruckes auf einer Höhe von 2—3500 m, die wir erstiegen haben, bemerken wir ein eigenthümliches Gefühl besonderen Wohlbehagens, welches durch eine ausgiebigere Lungenventilation hervorgerufen scheint. Dabei bemerkt man, dass die eingetretenen Ermüdungserscheinungen weit rascher verschwinden als in der Ebene, was vielleicht von einer eingetretenen Steigerung der Blutbewegungsgeschwindigkeit herrühren könnte. Der raschere Blutstrom kann die ermüdenden Muskelzersetzungsprodukte (cf. oben S. 420 und bei Muskel) aus den Muskeln rascher auswaschen und entfernen. Gegen Alkoholgenuss soll eine Immunität eintreten. Man meint, dass sich diese vielleicht aus der durch den verminderten Luftdruck beschleunigten Verdunstung des Alkohols aus dem Blute in den Lungen erklären lasse, vermöge deren der Alkoholgehalt des Blutes nicht zu erheblicher Höhe steigen kann. In den grossen Höhen der Andes soll der Alkohol fast ganz seine Wirkung versagen. Dagegen trinken die Führer in den tyroler Gletschergebieten keinen Schnaps, um die Sicherheit ihres Ganges nicht zu beeinträchtigen. — Man hat beobachtet, dass in stark verdünnter Luft die vitale Capacität der Lungen sinkt, die Respirationsfrequenz dagegen steigt. Der Puls wird beschleunigt, alle Gefässe erweitert. Die Perspiration und Schweissbildung steigen, die Körpertemperatur nimmt ab, die Athemzüge werden tiefer, der Puls häufiger, die Harnmenge sinkt. Der Umfang der Glieder nimmt zu. Die Muskeln ermüden nun im Gegensatz zu dem oben Gesagten rascher (cf. unten). Bei den Muskeln der unteren Gliedmassen hat das seinen Grund vielleicht mit darin, dass der Luftdruck weniger als sonst dazu beiträgt, den Schenkelkopf in der Pfanne zu halten (?). Sehr gewöhnlich sind Ohrenschmerzen und Schwerhörigkeit, da das Trommelfell, bis das Gleichgewicht im Luftdruck zwischen Paukenhöhle und äusserer Luft hergestellt ist, mehr oder weniger nach aussen gewölbt und gespannt wird. Schluckbewegungen befördern die Luftleitung in der Eustachischen Röhre und beseitigen damit diese Ohrenschmerzen. Bei noch weiter gesteigerter Erniedrigung des Luftdrucks bis zu einer Sauerstoffspannung von 3,8—3 % einer Atmosphäre erfolgt Bewusstlosigkeit und Tod. Muskelanstrengungen, welche den Sauerstoff rascher verbrauchen, erhöhen die Lebensgefährlichkeit der gesteigerten Druckerniedrigung sehr bedeutend; Athmen von reinem Sauerstoff lässt sie länger ertragen (Bert).

R. v. Schlagintweit berichtete aus den asiatischen Hochgebirgen über die als Bergkrankheit bekannten Beschwerden auf sehr bedeutenden Höhen, die namentlich auch in den Andes von Südamerika und bei Luftschifffahrten bemerkt wurden. Diese Beschwerden werden in Hochasien als Bisch Ki Haua, Kharab Haua, »giftige böse Luft«, bezeichnet. Jede Muskelbewegung in diesen hohen Regionen verursacht dem Neuling die grösste Anstrengung und Abspannung, Gewöhnung setzt die Erscheinungen herab, und lässt sie endlich, bei verschiedenen Menschen in verschiedener Zeit, verschwinden. Beobachtungen an den Bewohnern der mexikanischen Hochebene brachten Jourdanet zu der Anschauung, dass Menschen, welche Gegenden von etwa 2000 m über dem Meeresniveau dauernd bewohnen, schwächer

seien, von anämischem Aussehen, mit geringerer Resistenz gegen Erkrankungen; das vom Mangel an Sauerstoff in dem arteriellen Blute her: Anoxyhaemie. Schlagintweit, Pöppig u. A. ist dagegen die in solchen und noch bedeutenderen Hö borene Bevölkerung nicht weniger kräftig als die Tieflandbevölkerung. Pöppig mach Beobachtungen in der 4300 m hoch gelegenen peruanischen Bergstadt Cerro. Schla beobachtete an sich selbst folgende Bergbeschwerden: Kopfweh, des Nachts ge Schwierigkeit zu athmen, bis zur Erstickungsangst, Appetitlosigkeit, Abspannung, geschlagenheit, Stumpfsinn; ferner grosse Neigung zu Blutungen aus Lunge und N aber spontan nicht aufzutreten scheinen. Wind vergrössert die Beschwerden. In de sind die Beschwerden grösser als in Asien und treten schon bei geringerer Höhe auf. rend sie in Asien erst bei 16500 englischen Fuss beginnen, stellen sie sich in der schon bei 11500′ ein. Auch Maulthiere und Hunde leiden daran. Man sucht durch Aderlass (Oeffnen eines Zungengefässes) zu erleichtern. Bei einer Hö 4600 m über dem Meeresniveau beobachteten die Luftschiffer Sivel und Crocé- keine üblen Einflüsse der verdünnten Luft. In noch bedeutenderen Höhen über 1800 aber grosse Uebelkeit, spontane Blutungen aus dem Zahnfleisch und Blutaustritt in di haut des Auges auf; gegen jede Bewegung der grösste Widerwillen, bei Niedersitzen terung. Derartige Störungen stellen sich in pneumatischen Apparaten unter dertem Luftdruck weit früher ein, nach den an der eigenen Person angestellten Beobac von Berd schon bei 480—450 mm Quecksilberdruck, nach Sivel und Crocé-Spinelli bis 307 mm. Ihre aëronautischen Versuche beweisen, dass ein Mensch auf kurze Z allmählig eingetretene Erniedrigung des Luftdrucks bis zu 264—248 mm oder etwa bi einer Atmosphäre zu ertragen vermag. Es reichen unter diesen Umständen aber scho geringe Muskelanstrengungen und individuelle Dispositionen hin, den Tod h führen. Die wahre Grenze für das bewusste Leben scheint ungefähr bei 8000 m ül Meeresspiegel, etwa 280 mm Quecksilber, zu liegen (Tissandier). Als Glaischer b Luftfahrt rasch eine Höhe von 32000′ erreicht hatte, stürzte er besinnungslos nied sofortiges Senken durch seinen Begleiter konnte ihn retten. Hoppe-Seyler hat gezei ein solches plötzliches Zusammensinken auch bei Thieren unter der Glocke einer Lu bei sehr rascher Luftverdünnung stattfindet. Er erklärte letzteres durch Gasentwickel dem Blute unter dem geringen Druck. Die Gasblasen verstopfen dann die Lungenka und Herzkapillaren in analoger Weise, wie das bei Lufteintritt in die Venen in der N Brustraumes erfolgt. Georg v. Liebig's neue Aufschlüsse über das Wesen der Bergk heit cf. S. 560.

Fortgesetzte starke Arbeit auf hohen Bergen wird nicht gut ertrage hohen Goldberge in der Rauris arbeiten die Bergleute mitten unter den Gletschern Höhe von 7500′ über dem Meere. Als Regel gilt, dass bei einem durchschnittlichen alter von nur 40 und einer Dienstzeit von 20 Jahren die Rauriser Knappen, zu denen n kommen gesunde, kräftige Männer genommen werden, nicht mehr fähig sind, den B auszuhalten, Athmungsbeschwerden, Krafterlahmung, namentlich in den Füssen, ihnen den Dienst unmöglich. Es wird das daraus erklärlich (J. v. Liebig), dass mit der A des Luftdrucks zu der täglichen Arbeitsleistung durch die Glieder eine dauernd ge Arbeit für die Athemmuskeln für die Athmung und des Herzens für den Blutkreislau kommt, welche den Körper früher aufreibt, obwohl diese Bergleute bedeutend mehr u vor Allem Albuminate (Fleisch und Bohnen) zu sich nehmen, als andere Arbeiter jene den, die in geringerer Höhe beschäftigt sind.

Gesteigerter Luftdruck. — In den Taucherglocken, bei Brückenbauten nach d matischen Methode oder in künstlichen Apparaten zum Aufenthalt des Menschen in teter Luft, wie solche in Paris, auf dem Johannisberg im Rheingau, in Reichenhall aufgestellt sind, hat man Gelegenheit genommen, die Wirkung des gesteigerten Luftd beobachten. Babington hat Beobachtungen veröffentlicht, welche er beim Legen de mentes der neuen Londonderry-Brücke gewonnen. Diese Brücke ruht auf 6 eisern

lindern, welche bis zu 40′ unter das Flussbett gesenkt sind. Zunächst wurden die später it Sand und Cement zu füllenden Hohlcylinder eingesenkt und das Wasser aus ihnen durch n Luftdruckwerk herausgepresst. In dem so hergestellten wasserfreien Raume mussten die rbeiter unter erheblich gesteigertem Luftdrucke arbeiten bei 27 — 43 Pfund Luftdruck auf en Quadratzoll. Die Arbeiter verspürten zuerst einen Schmerz in den Ohren, der bald vorüber ging, dann Kopfschmerz, erhöhte Schärfe des Gehörs, Schmerzen in den Gliedern, zuweilen Nasenbluten und ein Gefühl von Schwere und Unbehagen. Diese Beschwerden waren m stärksten, wenn der Uebergang aus einem Luftdruck in den anderen zu schnell stattfand. m allerintensivsten traten sie auf, wenn die Arbeiter aus dem Cylinder an die atmosphärische uft kamen. Hier entstanden in einzelnen Fällen plötzliche, tödtlich verlaufende Lähmungen urch Gasaustritt aus dem Blute? cf. oben). Die Erscheinungen besserten sich unter dem ohen Druck wieder, so dass sich Einzelne nur in den Cylindern wohl befanden. Manche behaupteten, dass es sich besonders leicht darin arbeite. A. Magnus suchte bei einem Brückenbau in Königsberg den Grund für die in comprimirter Luft eintretenden Ohrenschmerzen zu ermitteln. Der Sitz der Schmerzen ist im Trommelfell. Es wird durch den verstärkten Luftdruck nach innen gewölbt und gespannt, wobei es sich bedeutend röthet. Um eine Ausgleichung des Luftdruckes auf beiden Seiten des Trommelfelles herzustellen, dienen Schlingbewegungen, durch welche die Tuba Eustachii geöffnet wird. Ausathmungsversuche bei verschlossenem Mund und zugehaltener Nase (Valsalva'scher Versuch) pressen Luft in die Trommelhöhle ein und beseitigen dadurch den Ohrenschmerz. Das beobachtete schärfere Gehör rührt wohl z. Thl. davon her, dass comprimirte Luft besser den Schall leitet. Das Sprechen ist bei hohem Druck erschwert, bei 2,5 Atmosphärendruck kann man nicht mehr pfeifen.

Die Versuche von R. v. Vivenot, Langer, G. v. Liebig, Speck (erstere mit dem Apparate auf dem Johannisberg angestellt) ergaben bei einer Luftverdichtung um $^3/_7$ Atmosphäre eine Zunahme der Lungengrösse, die sich durch Percussion ebenso wie am Spirometer nachweisen liess. Die vitale Kapacität der Lungen zeigte sich dagegen gewöhnlich um 3,3—3,4% gesteigert. Die absoluten Luftmengen, welche durch diese Vergrösserung der Lungen aufgenommen werden können, ändern sich natürlich in noch stärkerem Verhältniss etwa 5 : 3 : 2. Durch längeren Aufenthalt in der verdichteten Luft soll die vitale Kapacität der Lunge dauernd erhöht werden. Die Zunahme soll bis zu 24% steigen können. Die Respirationsfrequenz sinkt von 16—4 in der Minute in der komprimirten Luft, und zwar soll auch diese Wirkung längere Zeit andauern. Die Athmung wird regelmässiger (G. v. Liebig). Die Kohlensäureabgabe soll absolut zunehmen. Nach G. v. Liebig bleibt dagegen die CO_2-Abgabe ziemlich unverändert, dagegen ist die Sauerstoffaufnahme bemerkbar gesteigert. Die Arbeiter bei den pneumatischen Brückenbauten zeigten vermehrten Appetit, Zunahme der Harnsekretion und Abmagerung. Bei genügender Nahrung soll letztere fehlen und dafür eine allgemeine Kräftigung des Muskelsystems und des Herzens eintreten. Eine vorübergehende Abnahme der Pulsfrequenz ist wahrscheinlich durch eine Veränderung der Widerstände in der arteriellen Blutbahn durch Compression der Gefässe in der Folge des vermehrten Druckes veranlasst. Anfänglich steigt dabei auch die Temperatur, kann aber in der Folge ohne Verminderung des Luftdruckes sogar unter die Norm sinken. Die oberflächlichen Venen schwellen ab, die Haut wird blass. Unter der Einwirkung des gesteigerten Luftdrucks wird mehr Sauerstoff in das arterielle Blut absorbirt aufgenommen, es befinden sich daher Kranke, deren Sauerstoffaufnahme in den Lungen, z. B. durch Katarrh oder Emphysem behindert ist, in comprimirter Luft meist wohler, als bei gewöhnlichem Luftdruck. Andererseits sind für die Besserung und Heilung solcher Leiden gerade hochgelegene klimatische Kurorte von grösster Wirkung, gewiss aber nur in untergeordnetem Masse wegen ihres Einflusses auf die Kohlensäurediffusion; eine Hauptrolle spielen hier die günstigen Einflüsse auf den Mechanismus der Athembewegung, und die Hebung der Herzaktion und Verdauung, woraus eine allgemeine Steigerung der Lebensenergie resultirt. Die Wasserverdunstung steigt mit der Verminderung des Gasdrucks; bei sonst gleichen Verhältnissen gilt letzteres auch für die Wärmestrahlung,

daher ist — durch gesteigerte Verdunstung und Ausstrahlung — der Wärmeverlust be
Temperatur etc. in höher gelegenen Orten grösser, als in tiefer gelegenen. Nacl
obigen Auseinandersetzung steigt damit der Gesammtstoffwechsel wie die Athmı
entsprechend fand Mermod, dass sich die bei 147 m Höhe über dem Meeresspieg
athmete Kohlensäuremenge zu der bei 1100 m ausgeathmeten verhalte wie 0,87503 :

Ventilation.

Nach der Diät gibt es wohl kein Postulat der Gesundheitspflege, gegen wel
Publikum so fortgesetzt gesündigt wird, als gegen das der richtigen, ausreichenden Lı
rung in den Wohnungen. Die engen Wohnräume, möglichst hermetisch verschlos
das Eindringen der frischen, gesunden Luft, werden namentlich im Winter Brutst
schwersten und mannigfaltigsten Krankheiten, indem der fortgesetzte Aufenthalt in
Zimmerluft die Widerstandsfähigkeit des Individuums gegen jede Art von krankm
Ursachen herabsetzt. Es wird uns aber die Hartnäckigkeit, mit welcher sich das
einer richtigen Lufterneuerung widersetzt, weniger unverständlich, wenn wir se
auch noch so mancher Arzt, der sich ein richtiges Verständniss der Frage hätte v
können, so vollkommen falsche Anschauungen über dieselbe hegt. Und was s
von der älteren Praxis sagen, welche eine frische Luft von dem gefürchteten »Zuge
unterscheiden vermochte? Die Furcht des Publikums vor Luft ist ihm von ärztli
seiner Zeit beigebracht worden. Es dauert lange, bis in das Publikum neue ärztliche
eindringen; einmal aber festgesetzt, sind sie kaum durch eine Macht der Welt w
zutreiben. Man folgt mit halber Aufmerksamkeit den wissenschaftlichen Auseinander
des Arztes, verspricht Abhülfe des Uebelstandes, zuckt hinter seinem Rücken di
über den modernen Neuerer und lässt es bei der althergebrachten Unreinlichkeit.

Was hilft da in manchen Fällen weiter, als das Fenster geradezu einzuschlagen

Luft, frische, reine Luft ist in erster Linie Lebens- und Gesundheitsbedürfniss.

Sie kann durch keine Räucherung oder Desinfection ersetzt werden. Wenn es
Kranken- oder Wohnzimmer übel riecht, so pflegt man zuerst nach Räuchermitteln z
Diese haben nur die Wirkung, unsere Geruchsorgane, die uns von der Natur als Hau
unserer Gesundheit verliehen sind, durch übermässige Reizung soweit abzustumpfen
die Warnung vor den gasförmigen Feinden unseres Lebens nicht mehr vernehn
moderne Arzt ist ein erklärter Gegner aller Räucherungen. Nicht weil unter Umstä
mals dadurch schädliche Stoffe entfernt werden könnten, sondern vor Allem da
wir nach ihrer Anwendung in unserem Geruchsorgane für längere Zeit keinen bra
Massstab für die Reinheit der uns umgebenden Luft mehr besitzen. Wo es
Wohn- oder Krankenzimmer nach Weihrauch, Chlor oder Essigdämpfen riecht, m
von vorneherein den Verdacht hegen, dass hier nicht die gehörige Aufmerksamkeit
beischaffung frischer Luft verwendet wird, sonst würde es dieser Mittel nicht bed
Desinfection).

Eine missverstandene Gesundheitspflege legt einen zu grossen Werth auf die Gr
Luftraumes, in welchem der Mensch sich aufhält und wohnt. Man mag an den
festhalten, dass für den Einzelnen (auch in Kasernen) die Grösse des Luftraumes, i
leben soll, etwa 800 Cubikfuss betragen müsse, und für Kranke etwa 1000 Cubikfuss
fordern. Aber man darf nicht vergessen, dass ein noch so grosser Luftraum bei un
der Ventilation bald durch den Aufenthalt, den Athem und die Perspiration des
verpestet wird, und dass dagegen ein sehr beschränkter Wohnraum an sich, bei au
der Luftzufuhr, doch die Gesundheit nicht zu beeinträchtigen braucht. v. Pettenk
wähnte einen Transport von 500 Sträflingen auf dem französischen Schiffe Ad
Cayenne. Der untere Schiffsraum und das Zwischendeck, wo die Gefangenen wäh
langen Reise verweilen sollten, hatte nur so viel Raum, dass für ein Individuum 4
meter blieb. Es war ein Ventilator (nach van Hecke'schem Systeme, von einem Ma

m) in Thätigkeit, der in der Stunde mehr als 6000 Cubikmeter Luft eintrieb, mit einem Windschlauch versehen bei mässigem Winde sogar mehr als 9000 Cubikmeter. Während der Reise genossen die 500 Sträflinge eine vollkommene Gesundheit, so dass von dem Arzte nicht ein einziger Krankenzettel geschrieben werden musste.

Man darf der Ventilation natürlich nicht mehr zumuthen, als sie zu leisten vermag.

Nur bei sonstiger, vollkommener Reinlichkeit dürfen wir von einer Lufterneuerung den gewünschten Erfolg, einen Raum mit gesunder Luft zu versorgen, verlangen. Ein Raum, der, abgesehen von der Ausdünstung der Bewohner, auch sonst noch Quellen mephitischer Dünste, die fortwährend fliessen, enthält, z. B. einen ungereinigten Nachtstuhl, ein beschmutztes Bett etc., wird durch keine Ventilation zu einem nicht Ekel erregenden Wohnplatze werden können. Ist aber diese Bedingung der Reinlichkeit erfüllt, so wird die Nase bei genügender Lufterneuerung auch in einem Krankenzimmer keine Belästigung erfahren.

Die Ventilationsfrage ist für Deutschland durch die Untersuchungen v. Pettenkofer's in ein neues Stadium getreten. Wir schliessen uns seiner Darstellung an. Er benutzt als Mass der Reinheit der Luft die Kohlensäuremenge, welche in einem bestimmten Luftvolum sich vorhanden zeigt, und lehrt uns eine einfache Bestimmungsmethode dieses vornehmlichen Athmungsproduktes, welche in der Hand jedes sorgfältigen Arztes ein sicheres Resultat zu geben verspricht. Die Kohlensäure ist in der reinen Atmosphäre nur zwischen 0,4 — 0,6 pro Mille dem Volum nach vorhanden. Im Mittel darf man als Normalgehalt etwa 0,5 pro Mille annehmen. Aber auch in Wohnräumen, welche eine sehr verunreinigte Luft für unser Gefühl darbieten, steigt sie nicht über einige Tausendstel im Volum. In einem behaglichen Wohnzimmer fand Pettenkofer den Kohlensäuregehalt zu 0,54 — 0,7 pro Mille, während er ihn in übelriechenden, schlecht ventilirten Krankenzimmern zu 2,4 pro Mille, in überfüllten Hörsälen zu 3,2, in Kneipen zu 4,9, in Schulzimmern zu 7,2 pro Mille bestimmte. Dieser an sich immerhin selbst in dem schlechtesten Falle (Schulzimmer!) noch absolut niedrig zu nennende Kohlensäuregehalt der Luft ist an sich nicht im Stande, die Gesundheit zu beeinträchtigen. Wir empfinden, wenn auf chemischem Wege reine Kohlensäure in derselben Quantität entwickelt und der uns umgebenden Luft beigemischt wird, keinerlei Belästigung. Wir verspüren dagegen eine solche sogleich dann, wenn die eingeschlossene Luft in Folge des Aufenthalts von Menschen einen nur minimal gesteigerten Kohlensäuregehalt zeigt. Es ist nicht die Kohlensäure selbst, welche uns eine »eingeschlossene Luft« unbehaglich macht; es thun das die durch die Respiration und Perspiration des Menschen der Luft ausser Kohlensäure noch beigemischten anderen flüchtigen Stoffe: Wasserstoff, Kohlenwasserstoff, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Weingeist aus alkoholischen Getränken, flüchtige Fettsäuren etc. Da es nicht gelingen würde, diese minimalen Stoffmengen mit der für quantitative Vergleiche erforderlichen Schärfe zu bestimmen, so kann uns nach Pettenkofer's Vorgang die Kohlensäure, durch Athmung der Luft beigemischt, ein Maass abgeben für die Verunreinigung, welche die Luft eines Wohnraumes durch den Aufenthalt von Menschen erlitten hat.

Um die Grösse des Luftbedürfnisses richtig bemessen zu können, müssen wir zuerst fragen, wie bedeutend die Luftverderbniss durch ein Individuum in einer bestimmten Zeit sich herausstellt. Pettenkofer nimmt als Durchschnitt an, dass ein mittlerer Mensch in der Minute 5 Liter Luft ausathmet, welche 4% an Kohlensäure enthalten, in einer Stunde also 300 Liter Luft mit 12 Liter Kohlensäure. Wir fühlen uns nur in einer solchen Luft behaglich, welche in Folge der Respiration und Perspiration von Menschen nicht mehr als höchstens 1 pro Mille Kohlensäure enthält. Es muss die Quantität der durch die Ventilation einem Raume zugeführten frischen Luft, die Luft, welche in der gleichen Zeit in diesem Raume ausgeathmet wird, wenigstens in dem Verhältnisse übertreffen, in welchem der Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft (40 pr. mill.) grösser ist, als die Differenz (0,2) zwischen dem Kohlensäuregehalt der freien Luft (0,5 pr. mill.) und einer Luft, in welcher der Mensch erfahrungsgemäss auf längere Zeit sich behaglich und wohl befindet (0,7 pr. mill.). Man muss also, wenn ein Mensch oder eine Anzahl Menschen in einem geschlossenen Raume athmen, in diesen Raum wenigstens das 200—300fache Volum der ausgeathmeten an frischer Luft in jedem

Zeitmomente zuführen, wenn die Luft im Raum stets gut bleiben soll. Da ein Mensc Stunde etwa 300 Liter Luft ausathmet, so müssen dem Zimmer, in welchem er sich in dieser Zeit 90,000 Liter = 60 Cubikmeter frischerLuft zugeführt werden. Man ist ir reich auf experimentellem Wege zu dem nämlichen Postulate gelangt.

60 Cubikmeter Luft in der Stunde für jeden Kranken müsse einer ausreichenden Ventilation als Minimalleistung gefordert w

Es scheint, dass für Wohnräume, welche eine ausgiebige Ventilation bedürfe namentlich für Spitäler, eine genügende Luftzufuhr mit aller Sicherheit nur durch Eintreiben von frischer Luft erreicht werden könne. Nach Pettenkofer ist dazu der von van Hecke construirte Ventilator am zweckmässigsten und am w kostspielig. Das directe Eintreiben von Luft bei der Ventilation hat stets den bedeut Vorzug vor dem Absaugen. Wir müssen auch hier mit gegebenen Grössen und Verhä rechnen. Hat man es mit überfüllten Wohnräumen, Kriegsspitälern etc. zu thun, ol sogleich durch künstliche Ventilation Abhülfe geschafft werden kann, so darf der Ar die Hände in den Schoss legen. Er muss es verstehen, die ihm gebotenen natürliche lationsmittel ausgiebig zu benutzen. Dazu ist aber eine genaue Kenntniss nöthig ü Wirkungsgrösse dieser ihm zu Gebote stehenden Hülfsmittel.

Pettenkofer hat uns gelehrt, dass die trockenen gemauerten Wände unserer Woh für Luft leicht durchgängig sind, und dass ein Kalk- und Gypsbewurf diese Durchgä ebensowenig hindert als ein Oelanstrich. Bei Ziegelsteinwänden namentlich finden s Unzahl von Poren. durch welche die äussere Luft mit der Zimmerluft in offener Ver steht. Unsere Wohnungen sind ebenso porös wie unsere Kleider, mit denen sie gleiche Function theilen. Durch beide beabsichtigen wir unseren Körper den Tem schwankungen des Klimas zum Trotz mit einer möglichst gleichmässigen Temperatur geben. Man kann bei der Versuchsvorrichtung Pettenkofer's durch trockene Zieg und getrocknete Mauern hindurch ein Licht ausblasen; jeder Windstoss auf die Aus einer Wand bringt eine Luftbewegung auf der inneren Wand hervor. Krankhaft ge Hautempfindlichkeit kann den leichten Luftzug, der so entsteht, spüren, besonders w einströmende Luft eine von der Zimmerluft verschiedene Temperatur besitzt. Häufig l ten schwitzende Kranke (Wöchnerinnen), deren Bett an einer Wand steht, die gegen d sieht, dass sie den Zug von der Wand her spüren. Durch einen Schirm zwischen l Wand kann man diesen Klagen abhelfen. Die Durchgängigkeit von Bruchs zeigt grosse Verschiedenheiten. Der trockene Mörtel lässt aber die Luft mit Leic passiren, so dass also auch Wände, die aus Bruchsteinen und Mörtel zusammengeset eine nicht unbeträchtliche Permeabilität für Luft besitzen.

Versuche über die Quantität des durch die Wand stattfindenden wechsels lehren, dass die unzähligen feinen Porenöffnungen der Wand, durch wel innere Luft des Zimmers mit der freien Luft communicirt, zusammen viel mehr Luft ei lassen, als die Spaltenräume der Thüren und Fenster, die unserem Blick auffallen. Grösse des Luftwechsels durch die Wand ist vor Allem der Unterschied in den Tempe der communicirenden Lufträume von Wichtigkeit. Je grösser die Differenz sich stell mehr Luft wird ein- und ausströmen. Sinkt im Winter die Temperatur in den Wohnr so nimmt auch die Lufterneuerung durch die Wände ab; eine Luft, die vorhin noch z gut war, kann jetzt, da sie nicht mehr genügend erneuert wird, übelriechend und un werden. Daher rührt es z. Thl., dass eine kalte Luft im Zimmer so schädlich ist, w kalte Luft im Freien an sich keine nachtheiligen Folgen zeigt. Die in den meist übe schlecht geheizten Wohnungen im Winter frierenden Armen leben also dabei auch schlechter, verdorbener Luft. Die Unterstützung der Armen im Winter mit Brennma ist also eine sanitätspolizeiliche Massregel von grosser Bedeutung und Tragweite. Die mente ergeben jedoch, dass auch unter den günstigsten Bedingungen die natü Wandventilation nicht ausreicht, um die Luftverderbniss hintanzuhalten mehr als ein Individuum ein Zimmer (von 3000 Cubikfuss) bewohnt.

Die Porosität der Wände hört sogleich auf, sowie die letzteren feucht erden. Neuerrichtete Wände und Häuser zeigen noch keine genügende natürliche Ventilion wegen der noch feuchten Wände. Daraus erklärt sich z. Th. die Gefahr neuer oder ast feuchter Wohnungen für die Gesundheit. Am allerschädlichsten wirkt dieser Faktor türlich in Krankenzimmern und Spitälern, wo das Lufbedürfniss ein sehr viel grösseres ist. ässgen findet den Wassergehalt des Mörtels eines »Neubaues« bis zu 40%, der ausgeckneten Wände nur zu etwa 0,5%.

Die natürliche Ventilation durch die Wände kann durch Ofenheizung im Zimmer eigert werden. Nach directen Messungen Pettenkofer's erhöht ein lebhaftes Feuer im n den Luftwechsel durch die natürliche Ventilation um etwa 40—90 Cubikmeter in der nde.

In Zeiten, in denen das Oeffnen der Fenster gestattet ist, haben wir hierin eine ht unbedeutende und oft ausreichende Ventilationsunterstützung. Es steigt und fällt hier die absolute Menge der ein- und ausströmenden Luft mit der Zu- und Abnahme der Temturdifferenzen. Im Winter zeigt sich eine halbe Stunde so wirksam, wie im Sommer halber Tag. In Kriegsspitälern, in denen der Krankenstand (besonders bei vielen eitern Flächen) nicht sogleich vermindert werden konnte, hat sich das Ausheben der Fenster nur gelegentlicher Verschluss derselben mit Fensterläden sehr zweckmässig erwiesen. annt sind die Arkaden in Kissingen (1866), in denen die Schwerverwundeten halb im en sich am besten befanden. Das Pavillon- und Zeltsystem, aus dem amerikanischen gerkriege stammend, hat die gleiche sanitätische Bedeutung. Es ist für die Erhaltung des ens weit besser, dass ein Verwundeter mit starker Eiterung (— ebenso eine Entbundene —) offener Strasse liegt, als in einem überfüllten, nicht genügend ventilirten Raume.

Wenn wir manche neugebaute Kranken- oder Gebärhäuser betrachten, so staunen , wie wenig man bei Anlage solcher Anstalten noch immer den Anforderungen der Wissenft Rechnung trägt. Selbstverständlich ist ein grosser viereckiger Hausstock die schlech Form für ein solches Haus. Krankenhäuser sollen stets luftige, besonders schmale Gede sein, welche der natürlichen Ventilation möglichst viel ins Freie stehende Wand daren, mit grossen Fenstern, denen ein Gegenzug entweder durch gegenüberstehende Ventiasöffnungen, Fenster oder Thüren, gemacht werden kann; die Front nach Süden gerichtet: lichst ohne Seitenflügel. Dasselbe Erforderniss gilt für Kasernen, Seminare, Strafanstalten etc.

Die Reinheit und Gesundheit der Luft in Wohnräumen wird nicht allein durch die Ausstung des Menschen selbst beeinträchtigt. Ein gesundes Geruchsorgan belehrt uns, dass r Allem auch die Unrathsstellen in und bei unseren Wohnungen, besonders die Abtritte und en etc., die Luft verunreinigen. Und wir dürfen nicht vergessen, dass für unsere Sinne ht alle Verunreinigungen wahrnehmbar sind. Wir kennen eine Anzahl von giftigen Gasen, B. Kohlenoxydgas, die durch Nichts dem Geruchssinn ihre Gegenwart verrathen. Es ist ht unwahrscheinlich, dass wir bei näherem Eindringen in die Kenntniss der gasförmigen ffe, welche von Fäulnissherden der Luft beigemischt werden, die Zahl der bis jetzt beaten besonders gefahrdrohenden, weil unmerklichen Gifte noch vermehren müssen.

Der Boden, auf welchem die Häuser stehen, wird durch das Einsickern der menschlichen fälle in hohem Maasse mit organischen, faulenden Substanzen imprägnirt. Die Ausdünstungen des Bodens mischen sich beständig der Luft unserer Wohnungen bei; wir hmen und wohnen dadurch in unreiner Luft, die in hohem Maasse schädliche Einwirkunn ausüben kann; v. Pettenkofer hat neuerdings Untersuchungen über die Zusammensetzung r Luft im Boden: Grundluft, angeregt und begonnen, welche schon sehr interessante Aufüsse über die im Boden mit wechselnder Energie stattfindenden Oxydationsvorgänge, über ren Zusammenhang mit der Bodentemperatur und Bodenfeuchtigkeit gegeben haben. Auch er dient zunächst die Kohlensäurebestimmung in der Bodenluft als Maassstab für die im den vor sich gehenden Zersetzungs- (Fäulniss-) und Oxydationsvorgänge. Fleck hat gegt, dass mit der Zunahme der Kohlensäure in der Grundluft der Sauerstoff entsprechend nimmt. Die Kohlensäure der Grundluft stammt daher aus Oxydationen, welche im Boden

vor sich gehen. Die Kohlensäurebildung findet im Wesentlichen nur in den oberen Bode schichten statt. Die absoluten Kohlensäuremengen der Grundluft schwanken in verschi denen Jahren und in dem gleichen Jahre in den verschiedenen Jahreszeiten. Das Minimu des mittleren Kohlensäuregehaltes der einzelnen Monate fällt in den Winter, das Maximum den Sommer. In rein mineralischem Boden enthält die Grundluft nicht viel mehr Kohle säure, als die Atmosphäre. Organische Beimischungen zum Boden sind die Quelle einer st tigen Kohlensäurebildung, doch zeigt gedüngter Boden geringere Kohlensäurewerthe, als u gedüngter. Die verschiedenen Bodenarten haben die Fähigkeit, Kohlensäure zu verdichte letztere geht nur dem trockenen Quarzsand ab. Trockner Boden hat weniger Kohlensäu als feuchter. Auf Regen folgt zuerst eine Steigerung, dann rasch, wenn Verdunstung eintri Abnahme der Kohlensäure (Möller).

Es scheint kaum möglich, aber auch unnöthig, die Vergiftung, die der Boden seit de Bestehen der Städte und Wohnräume erfahren hat, durch Desinfection des Bodens wieder beseitigen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass, wenn kein neuer Nachschub von organisc Materien in den Boden gelangt, die darin enthaltenen, krankheiterzeugenden organischen St nach einer verhältnissmässig kurzen Zeit durch die eindringende Luft zerstört sind. Es kom also vor Allem darauf an, der Fortsetzung der Verunreinigungen des Bodens zu steuern. dürfen die Abwasser der Häuser und Fabriken, die mit organischen Stoffen arbeiten, besond aber die Exkremente der Thiere und Menschen nicht mehr in den Boden der Städte gelangt wohin man sie früher systematisch eindringen liess. An einer anderen Stelle wurde sch die wasserdichte Anlage aller Abzugscanäle, die sich besonders durch Cementirung er chen lässt, als Nothwendigkeit gefordert. Es ist aber einleuchtend, dass auch die Einl tung dieser Abzugscanäle in Flüsse, worauf sie häufig berechnet sind, nicht gefahrlos sein kann, und in Städten wie London und Paris, in denen das gereinigte Fl wasser das einzige Trinkwasser ist, kommt noch die Gefahr der Krankheitsverschlep durch das Trinkwasser hinzu. Man hat vorgeschlagen, das ursprünglich chinesische Sy der Abtrittfässer (fosses mobiles) einzuführen, welche die Verunreinigung des Bo verhindern und die Benutzuug der fraglichen Stoffe für die Landwirthschaft ermögli Das Letztere streben auch das System der Berieselung und die Erdclosets an.

Für die richtige Ventilation der Wohnhäuser ist die Anlage der Abtritte von gr Wichtigkeit. Durch die Abtritte stehen die Häuser gewöhnlich mit den Abtrittgruben, mit Räumen voll fauliger Substanzen, in directer Luftverbindung. Dasselbe ist der Fa Küchen durch Ausgüsse, welche direct in ein unterirdisches Canalsystem münde denen die Abfälle der Stadttheile weggeschwemmt werden sollen. Im Winter, wenn Wohnungen geheizt und dadurch wärmer sind, als die Umgebung des Hauses, findet d diese grossen Oeffnungen ein gewaltiger Luftstrom aus diesen Orten der Verwesung und Ekels seinen Weg in die Häuser. Der widerliche Geruch, besonders auf Treppen und plätzen in der Nähe der Abtritte — oft sind sie direct neben der Küche!! — gibt uns dieser Art der ekelhaftesten Lufterneuerung Kenntniss. Jede Lichtflamme, in die Nähe fraglichen Oeffnungen gehalten, zeigt uns durch ihre Bewegung die Richtung des Luftstr an, der bei grösseren Temperaturdifferenzen sich bis zum hörbar rauschenden Zugwind gern kann. Hier bedarf es einer möglichst vollkommenen Abhülfe. Man kann durch Wa oder Erdverschluss der Oeffnungen (Wasser-, Erdcloset) das Eindringen der Luft in Wohnungen verhindern oder die Abtrittluft in den Kamin ableiten.

Die Verunreinigung der Gesammtatmosphäre, welche in einem ungeh Strome über unsere Städte, über die ganze Oberfläche der Erde dahinfliesst, durch schlechte Luft, die wir ihr zuleiten, kann nicht in Frage kommen. Die Verdünnung wird eine fast absolute. Die Menge der Luft im Freien, sagt Pettenkofer, und ihre Geschwi keit ist hinreichend gross, um ihr ohne Nachtheil für unsere Gesundheit die Ausdünstung Abtrittrohre einer Stadt übergeben zu können, welche sofort ebenso verdünnt werden, wie viel grösseren Mengen Kohlensäure, welche die grosse, mit Steinkohlenfeuer betrie Fabrikindustrie von Manchester beständig in die Luft haucht, welche über die Stadt si

… dass in ihren Strassen und Plätzen selbst nach den empfindlichsten Methoden eine Ver-…ung des Kohlensäuregehaltes der Luft nachzuweisen ist. Wenn wir die Verunreinigung … Luft in der Gesammtatmosphäre gestatten, dagegen die unserer Wohnungen so sorgfältig …eiden haben wollen, so erinnern wir uns dabei daran, dass auch im bestventilirten Hause … Luftbewegung noch um das Hunderttausendfache geringer ist, als im Freien. In … Luft des Hauses können sich die gefahrbringenden, gasförmigen Stoffe in merklicher …tität anhäufen, während das in der stets bewegten Gesammtatmosphäre nicht möglich … Pettenkofer berechnet, dass ein Mensch, welcher im Zimmer das Normalquantum Luft, … 60 Cubikmeter in der Stunde erhält, im Freien, bei einer mittleren Luftgeschwindigkeit … 10′ in der Secunde (München), 202500 Cubikmeter erhalten würde. Bei Windstille ist … Bewegung der Luft immer noch 2′ in der Secunde, bei stärkstem Sturme (Hurrican) geben … Beobachtungen die Windgeschwindigkeit auf 146,7′ an.

… Ammoniakgehalt der Luft. — Nach P. Truchot's Bestimmungen betrug der Ammoniak-…lt in 1 Cubikmeter Luft bei 0° und 760 mm Druck auf einem 395 m über dem Meeres-…el gelegenen Beobachtungsort im Sonnenschein im Maximum 1,12 Milligramm, bei leich-… Regen 2,48 Milligramm; auf einem viel höher (1884 m) gelegenen bei Sonnenschein 5,27 …gramm, bei Nebel 5,55 Milligramm, also beträchtlich mehr.

Methode der Kohlensäurebestimmung in der Luft.

Die Methode der Kohlensäurebestimmung nach Pettenkofer beruht darauf, … Alkalien die Kohlensäure begierig absorbiren. Wenn man ein abgeschlossenes Volumen … in einer Flasche, z. B. mit Kalkwasser oder noch besser mit Barytwasser längere Zeit …elt, so entsteht von dem sich bildenden kohlensauren Baryte oder Kalke eine weisse …ung der eingegossenen Flüssigkeit und die Luft wird vollkommen kohlensäurefrei. Hat … einem dem eingegossenen Volum gleichen Volum des Kalk- oder Barytwassers vorher … eine Säure, am besten Oxalsäure, den Alkaligehalt bestimmt, indem man prüfte, wie …xalsäure zugesetzt werden musste, bis die Flüssigkeit eben gelbes Kurkumapapier nicht …bräunte, also neutral reagirte, so wird nach dem Schütteln mit Luft das nun theilweise …ohlensäure gesättigte gleiche Volum der sonst gleichen Flüssigkeit weniger Oxalsäure …eutralisirung bedürfen.

Die Neutralisirung geschieht nach der Methode der Titrirung. Man bereitet sich …zuerst eine Normalsäurelösung, deren Gehalt an Säure man so genau kennt, dass … ihn für jeden Theil eines Cubikcentimeters angeben kann. Man wiegt zu diesem Zwecke …reiner, krystallisirter, einige Stunden mit einer Glasglocke gedeckt über concentrirter …efelsäure gestandener Oxalsäure, welche die Eigenschaft hat, trocken an der Luft weder …er anzuziehen, noch abzugeben, mit genauen Gewichten auf einer feinen chemischen … 2,8636 Gramm ab und bringt sie in 1 Liter destillirtes Wasser von 12—16° C. Nach …der Mischung und Lösung ist die Säure zum Gebrauch fertig. Es entspricht nun genau …der Säure einem Milligramm Kohlensäure, und wenn man weiss, wie viele Cubikcentimeter …r Oxalsäurelösung man zum Neutralisiren eines Barytwassers gebraucht, so weiss man …, wie viele Milligramme Kohlensäure man dazu nöthig gehabt hätte. — Zur Bereitung der …ytlösung wird Aetzbaryt in einer Flasche mit destillirtem Wasser übergossen und lange …stark geschüttelt. Nach einigem Stehen hat er sich geklärt durch Absetzen des ungelös-… Barytes. Ist die Lösung mit Baryt gesättigt, so verdünnt man sie zum Gebrauch etwa …das Dreifache. Man hat zweckmässig zwei verschieden starke Barytlösungen, die eine …ke, von welcher 30 cc etwa 90 Milligramm Kohlensäure zur Neutralisirung bedürfen, …eine schwache, von welcher 30 cc nur etwa 30 Milligramm Kohlensäure entsprechen. …tztere ist für die vorliegenden Bestimmungen am passendsten.

…ur Ausführung der Bestimmung, wie viel Normalsäure zur Neutralisirung einer be-…mten Menge unserer Kalk- oder Barytlösung erforderlich ist, bedarf man nun noch an …schen Instrumenten:

1) eine Mohr'sche Burette mit Quetschhahn, deren Theilung ca. 50 cc umfasst, und an der

jeder Cubikcentimeter in 5 Theile getheilt ist, so dass man von 0,2 cc zu 0,2 cc fortschr
die Säure in die alkalische Lösung ausfliessen lassen kann;

2) zwei Saugpipetten, von welchen die eine genau 30 cc aus einer Flüssigkeit her
saugen erlaubt, die andere 45 cc. Man verwendet 45 cc Barytlösung zur Absorptio
titrirt davon 30 cc nach und rechnet dann auf 45 cc;

3) mehrere Medicingläschen von ca. 3 Unzen = 90 cc Inhalt;

4) einen langen Glasstab.

Zur Bestimmung hebt man mit der Saugpipette 30 cc (Kalkwasser oder) Barytwas
und lässt sie in eines der Medicingläschen fliessen.

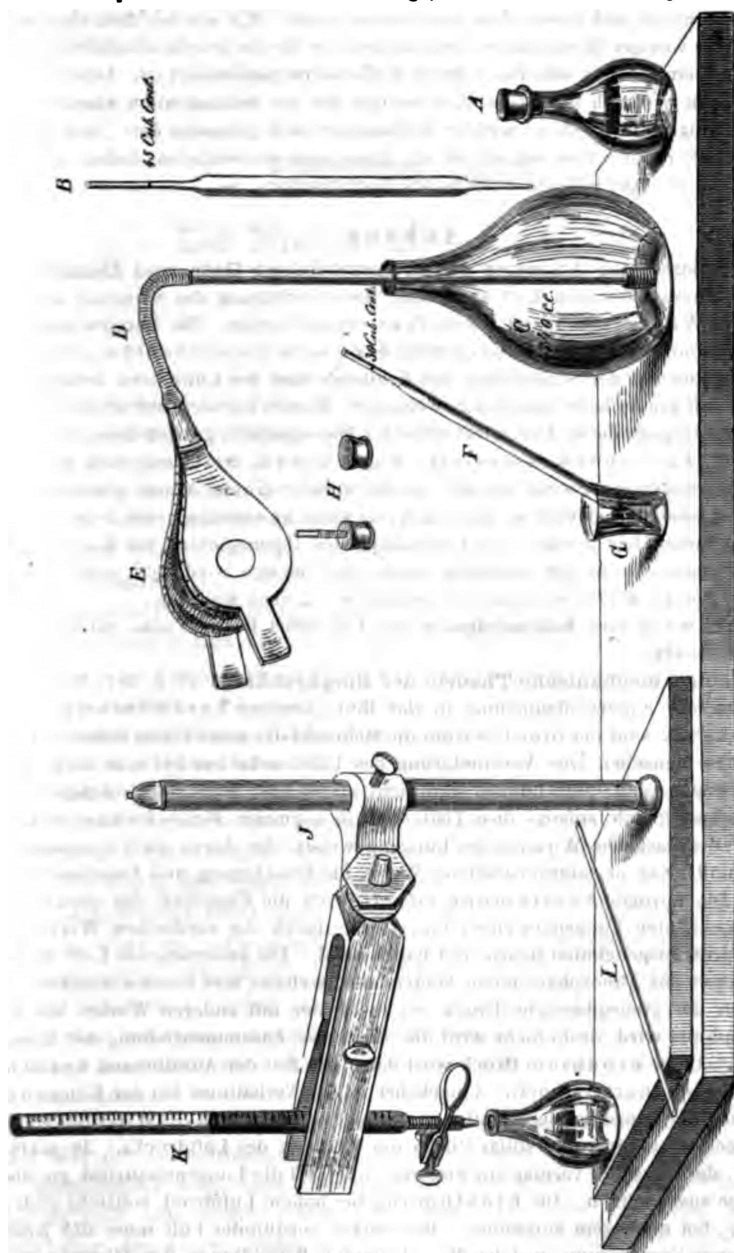
Die Burette, die in einem Burettenständer befestigt ist, hat man schon vorher
obersten Theilstriche (0 cc) mit der Normalsäure gefüllt. Nun lässt man durch
des Quetschhahnes von der Säure in das (Kalk- oder) Barytwasser fliessen. (30 cc
tigtes Kalkwasser erfordern zwischen 34—39 cc der Oxalsäurelösung; bei Barytwass
gut, sich eine ähnliche starke Lösung durch zweckmässiges Verdünnen der ge
Lösung herzustellen.) Man nähert sich sehr vorsichtig dem Punkte (indem man i
Nähe nur von Zehntel zu Zehntel Säure zufliessen lässt und immer wieder auf dem
Papiere prüft), an welchem die alkalische Reaktion verschwindet, ohne dass noch di
aufgetreten wäre. Bevor man einen Tropfen zur Prüfung auf die Reaktion heraus
muss die Flüssigkeit natürlich gut geschüttelt werden. Man verschliesst dazu mit de
men die Oeffnung des Gläschens und schüttelt stark; der Daumen wird dann am R
Gläschens rein gestrichen, so dass die anhaftende Flüssigkeit in das Gläschen zurüc
Die Reaktionsprüfung geschieht so, dass man mit einem reinen Glasstab einen
aus der Flüssigkeit herausnimmt und auf empfindliches Kurkumapier bringt. Im U
des Tropfens färbt sich das Papier braun, es entsteht ein mehr oder weniger deutlic
brauner Ring, so lange die alkalische Reaktion noch vorhanden ist. An der Grenze d
tralisirung bedarf es einiger Aufmerksamkeit und Uebung, um zu entscheiden, ob n
keine bräunliche Färbung mehr sichtbar ist.

Um die Kohlensäure in der Luft mit Sicherheit zu bestimmen, genügen 6 Liter se
Luft aus dem Freien, welche nur 0,5 Vol. pro Mille Kohlensäure enthält. Für die Besti
in stark bewohnten Räumen genügen als Versuchsmenge 3 Liter Luft. Man wählt daz
kolben oder Wasserflaschen mit einem so weiten Halse, dass eine länglich
fassende Saugpipette bequem hineingehalten werden kann. Der überstehende R
Halses wird am besten horizontal abgeschliffen und der Rauminhalt der Flasche dur
messen mit destillirtem Wasser, das man aus einem Messgefäss, welches in Cubikce
getheilt ist, einfliessen lässt, möglichst genau bestimmt. Auch die Temperatur des
muss bestimmt werden. Die Kalibrirung der Flasche kann auch durch Wägung ge
indem man zuerst die ganz trockene Flasche leer, dann mit destillirtem Wasser bis
Rand gefüllt, abwiegt. Die Gewichtszunahme gibt mit Berücksichtigung der Temper
Volum an.

Zur Füllung der Flasche mit Luft bedient man sich eines kleinen Handblasebal
dessen Ausblaserohr man ein Kautschukrohr angesteckt hat, das bis auf den Grund der
reicht. Ein kleiner Blasebalg fördert durch einen Stoss etwa 1/2 Liter Luft; um die
mit der zu untersuchenden Luft anzufüllen, muss man bei 6 Liter Flascheninhalt 60 m
blasen, bei 3 Liter Inhalt also 30 mal. Wenn dieses geschehen ist, so bringt man m
Saugpipette, die man ziemlich tief in die Flasche hält, 45 cc Kalk- oder Barytwasser
Flasche und verschliesst luftdicht, am einfachsten mit einer eng anschliessenden Kau
klappe. Man liest nun Thermometer- und Barometerstand ab, um das in der Flasche
schlossene Luftvolum (welches selbstverständlich nach dem Eingiessen von 45 cc Bary
um dieses Volum kleiner ist, als die Zahl der Cubikcentimeter, die auf der Flasche
auf 0° und 760 mm Barometerstand reduciren zu können. Nun bringt man die Fla
eine fast horizontale Lage und schwenkt sie so, dass das Barytwasser den grössten T
Wandungen des Glases benetzt. Diese Bewegung wiederholt man zeitweise. Bei

ten Räumen genügt $^1/_2$ Stunde, für Luft aus dem Freien 2 Stunden, um alle Kohlen- zu absorbiren.

die Absorption der Kohlensäure beendigt, was man durch fleissiges Schwenken der



Apparate zur Pettenkofer'schen Kohlensäurebestimmung.
A Fläschchen mit Barytwasser. B und F Pipetten. C Flasche zur Messung der Luft. E Blasebalg. D Kautschukrohr mit Glasröhre. G Glas mit Wachsflüssigkeit. H Hütchen zur Flasche C. K Burette mit Quetschhahn. J Burettenhalter. L Glasstab.

beschleunigen kann, so wird durch Titriren mit der nämlichen Säure, mit welcher en Alkaligehalt der 30 cc der frischen Lösung ermittelt hat, auch die Alkalinität von 30 cc Absorption der Kohlensäure verwendeten Barytwassers bestimmt. Zu diesem Behufe

giesst man dasselbe aus der Flasche in ein enges Becherglas. Um dasjenige, was an d Wänden der Flasche hängen bleibt, nicht sammeln zu müssen, wendet man zur Absorpti 45 cc an, und misst von diesen 30 cc ab, die man genau auf die gleiche Weise in einem Medici fläschchen neutralisirt, wie dieses oben beschrieben wurde. Wir werden dazu aber um eini Cubikcentimeter weniger Normalsäure verbrauchen, als für die frische alkalische Lösung, d in dieser ja nun einiger Kalk oder Baryt durch Kohlensäure neutralisirt ist. Jeder Cubikcenti meter Säure, den wir nach der Absorption weniger bis zur Neutralisation zusetzen müsse entspricht 1 Milligramm Baryt, an welches Kohlensäure sich gebunden hat. Aus der Bestim mung in den 30 cc rechnet man auf die 45 zur Absorption verwendeten, indem man einfac die Hälfte der in 30 cc gefundenen Kohlensäure noch zuaddirt. —

Anhang.

Beeinflussung der Athmung durch verschiedene Gase und Dämpfe. — De Stickstoff der atmosphärischen Luft kann ohne Beeinträchtigung der Athmung und der Ge sundheit durch Wasserstoff und Sumpfgas ersetzt werden. Die Respirationsbewegu gen werden verändert durch alle sauren und ätzenden Gase und Dämpfe, die durc sie veranlasste Reizung der Schleimhaut des Kehlkopfs und der Luftröhren hemmt die Ei athmung und ruft krampfhafte Ausathembewegungen: Husten hervor, auch sehr hoher Kohle säuregehalt der eingeathmeten Luft wirkt ähnlich. Die eigentlich giftigen Gase: Schwefel wasserstoff, Phosphorwasserstoff, Kohlenoxyd, Stickoxydul u. a. än die Athembewegungen erst, wenn sie auf ein Mal in sehr grosser Menge geathmet wer Kohlenoxyd ist besonders darum so gefährlich, da seine Anwesenheit sich dem Geruchss an sich nicht bemerkbar macht. Die Verbindung des Haemoglobins mit Kohlenoxyd se die Kohlensäureausgabe in der Athmung herab, das letztere wird auch von Morphi (Bauer und v. Boeck), Kurare, Alkohol behauptet (cf. oben Blutgase).

Den Nachweis von **Kohlenoxydgas** in der Luft führt H. W. Vogel optisch mit ve dünntem Blut (S. 408).

G. v. Liebig's mechanische Theorie der Bergkrankheit (cf. S. 549, 550). — Ni Veränderungen der Sauerstoffaufnahme in das Blut, sondern Veränderungen in d Athemmechanik sind der Grund, warum die Mehrzahl der unter einem höheren Luftdr aufgewachsenen Menschen eine Verminderung des Luftdrucks um 300 mm nicht ohne B schwerden ertragen kann; ihre Lungen sind nicht im Stande, unter einer solchen Druckve minderung schon gleich anfangs ihre Thätigkeit in normaler Weise fortzusetzen. Es hauptsächlich die elastische Wirkung des Lungengewebes, die durch die Verminderung d Luftdruckes und zwar in entgegengesetzter Weise für Einathmung und Ausathmung bee flusst wird. Die normale Ausathmung erfolgt durch die Elasticität des durch die Ei athmung ausgedehnten Lungengewebes, unterstützt durch die elastischen Wirkungen d ebenfalls dadurch ausgedehnten Brust- und Bauchwand. Die ausströmende Luft findet a in der Dichtigkeit der Atmosphäre einen Widerstand, welcher ihre Geschwindigkeit vermi dert; je höher der atmosphärische Druck ist, je dichter mit anderen Worten die Luft, welche ausgeathmet wird, desto mehr wird die (elastische) Zusammenziehung der Lunge ve zögert e. v. v. Unter erhöhtem Druck wird daher die Zeit der Ausathmung verlängert unter vermindertem Druck verkürzt. Umgekehrt ist das Verhältniss bei der Einathmun Die Ausdehnung der Lunge bei der Einathmung erfolgt normal durch die Wirkung der Athem muskeln, jedoch wesentlich unterstützt durch die Wirkung des Luftdrucks. Je stärker d Luftdruck ist, desto rascher vermag die einströmende Luft die Lungenelasticität zu überwi den, die Lunge auszudehnen. Die Einathmung bei hohem Luftdruck vollzieht sich so etwas rascher, bei niedrigem langsamer. Bei stärker verdünnter Luft muss die beständi Wiederkehr einer Verzögerung, welche die vollständige Befriedigung des Athembedürfnis erschwert, besonders bei körperlicher Anstrengung, endlich eine Ermüdung der vergebli angestrengten Athemmuskeln und damit alle die als Bergkrankheit bekannten Erscheinun hervorrufen. G. v. Liebig's Theorie vermag ebenso die günstige Wirkung verdichteter m mässig verdünnter Luft zu erklären.

Funfzehntes Capitel.

Die Nieren und der Harn.

Der Harn.

Wie die Lungen der Ausscheidung des gasförmigen Wassers und der Koh-
säure, so dienen die Nieren der Entfernung des tropfbar flüssigen Wassers
d der festen, löslichen Auswurfsstoffe des Organismus. In ihnen wird das
t in die physikalischen Bedingungen versetzt, unter denen es die ihm aus
n Umsatz der Gewebe beigemischten, meist krystallisirbaren und leicht
undirbaren Stoffe, welche zum grossen Theil für den Organismus ebenso
e die Kohlensäure Gifte sind, abgeben kann. Das Aussetzen der Nierenthätig-
führt, wie die Sistirung der Lungenthätigkeit, wegen der mangelnden
tgiftung« des Blutes zum Tode. Bei den Nieren finden wir, wie bei den
gen, Hülfsorgane, welche ihre Ausscheidung unterstützen und zum Theil
rnehmen können. Es sind dieselben, die wir als Hülfsorgane der Lungen-
nung kennen lernten: Haut und Darm.

Die Stoffe, die im Harne den Organismus verlassen, sind theilweise wahre
rete. Zum Theil sind sie überschüssig als Nahrungsstoffe in den Organismus
geführt und verfallen nur durch die Wirkung der in den Nieren gegebenen
chanischen Bedingungen der Ausscheidung: es sind dies vorzüglich das
sser, ein Theil der Salze und die geringe, im Harn enthaltene Sauerstoff-
ge. Das Wasser wird aber als Lösungsmittel der Harnbestandtheile auch
n noch, aber in verminderter Menge, in den Nieren abgegeben, wenn es
t überreichlich zugeführt wird. Ein dritter Antheil der Stoffe im Harne
stammt direct den in den Nieren vor sich gehenden Stoffumsetzungen. Ge-
e mit der Nahrung eingeführte Stoffe gehen regelmässig und vollkommen
den Harn über und verändern auf kürzere oder längere Zeit seine chemische
mmensetzung.

Der Harn ist nach dem Gesagten eine sehr zusammengesetzte Flüssigkeit.
men wir die Zusammensetzung als die normale an, die er zeigt bei gewöhn-
er, gemischter Kost oder dann, wenn dem Körper alle Nahrung entzogen
und er nur von seinen Organbestandtheilen zehrt, so sind als normale
ndtheile des Harns aufzuzählen (in den Quantitäten, in welchen sie bei
hnlicher Ernährung auftreten): vor Allem Wasser (500—2000 Gramm im
e), vorzüglich je nach der Menge des Getränks schwankend, und in diesem
t als Hauptbestandtheil Harnstoff (im Tage zwischen 30—40 Gramm) in

weit kleineren, wechselnden Mengen (meist unter 1 Gramm im Tage), Kı (und Kreatin), Harnsäure, Hippursäure, gepaarte Schwefelsäuren, sti haltige Kryptophansäure, Farbstoffe, sehr geringe Quantitäten von Zuc Fetten (?) und Ammoniak und chemisch zum Theil noch nicht bestimmte nannte Extraktivstoffe; dazu dann die anorganischen Salze des Blutes, ı Metallen Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, gebunden an Chlor, Scl säure, Phosphorsäure und Kohlensäure; auch Gase finden sich im Har löst: Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure. Die Reaktion des frischen ist meist deutlich sauer (von saurem phosphorsaurem Kali und Natron) Farbe des Harns ist ein helleres oder dunkleres Gelb; man bemerkt einen eigenthümlichen aromatischen, mit der Nahrung wechselnden (Gewöhnlich ist dem Harn aus den Schleimdrüsen der Harnwege etwas S beigemischt, der sich als Wölkchen bei längerem Stehen des entleerten absetzt. Specifische Formelemente fehlen ihm gänzlich, das Mikroskop nur zufällige Beimischungen auf: abgestossene Blasenepithelzellen, im Sc Schleimkörperchen, nach Samenentleerungen Samenfäden, bei menstı den Frauen Blutkörperchen. Der wechselnden Zusammensetzung entsp Schwankungen des specifischen Gewichtes: normal etwa zwische und 1030, das Gewicht des Wassers = 1000 gesetzt.

Die Nieren und Harnwege.

Fig. 130.



Ein Schnitt aus der Mitte der Niere eines Kindes. *a* Ureter, *b* Nierenbecken, *c* Nierenkelche, *d* Papillen, *e* MALPIGHI'sche Pyramiden, *f* FERREIN'sche Pyramiden, *g* Septa Bertini, *h* äussere Theile der Rindensubstanz.

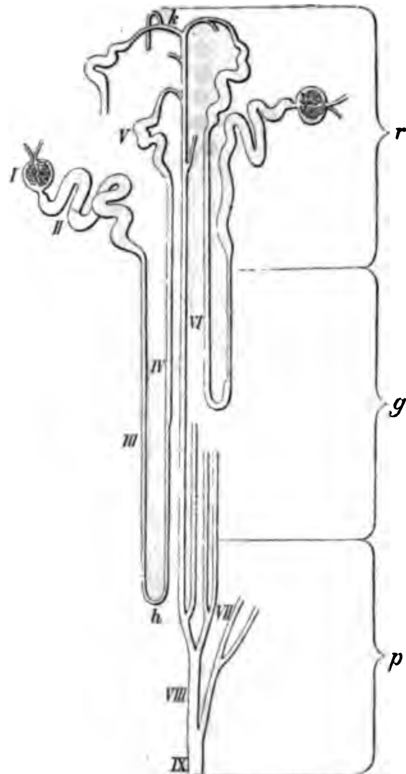
Die Organe für die Harnausscheidı stehen aus den Harn abscheidenden I den beiden Nieren, und den Harnwege Harnleitern, Harnblase und Harnröhre.

Die Nieren liegen in lockeres, me fetthaltiges Bindegewebe eingebettet. eigentliche Drüsensubstanz wird von fibrösen Kapsel umschlossen: Tunica p aus Bindegewebe mit elastischen Fase stehend. Mit freiem Auge sieht ma Drüsensubstanz in zwei gesonderte Scl zerfallen, in Mark- und Rindenschicht erstere ragt mit 8—15 grösseren, kegel sich zuspitzenden Warzen, den MALPIGH Pyramiden, in das Nierenbecken hereiı Rinde bildet den von dem Hilus abgewe Theil der Oberfläche des Organes und se zwischen die Pyramiden, diese von einande nend, in schmaler Schicht als BERTINI'sch len, Columnae BERTINI, fort. Functionell zu jeder Pyramide ein Abschnitt Rind stanz, auch das Mikroskop und die Ent lungsgeschichte weisen die Zusammeng keit nach, so dass, auch wenn zwischen diesen Abschnitten sich nicht, v anderen Drüsen mit lappigem Baue Bindegewebseinlagerungen finden, di

ıus so viel zusammengehörigen Lappen zusammengesetzt erscheint, als ramiden besitzt (Fig. 130).

ie Hauptmasse sowohl der Rinden- wie der Marksubstanz bilden Blutge- ınd engere und weitere cylindrische, röhrenförmige Drüsenschläuche, die **kanälchen**, Tubuli uriniferi, welche im Mittel im Durchmesser etwa —0,065 mm messen. Sie beginnen · Rindensubstanz mit kugeligen, ɔn Ausbuchtungen, die im Innern ɔn Gefässknäuel bergen; es sind die sogenannten MALPIGHI'schen erchen oder Kapseln, die etwa - 0,22 mm messen und mit einer ten Stelle in ihr Harncanälchen ·hen. C. LUDWIG hat ihren Verlauf s Genaueste untersucht. In der ısubstanz verlaufen die weiteren ınälchen anfänglich sehr geschlän- sogenannte **gewundene Harn- chen, Tubuli contorti**, ge- e Grenze des Marks. Dort veren- ɔh jedes Röhrchen rasch und dringt e gestreckt verlaufende enge Ca- eife (HENLE) in das Mark ein, sich wieder zur Rinde, schwillt ieder zu dem Lumen der gewun- Canälchen an (Schaltstück) und un in einem convexen Bogen mit n ziemlich demselben Orte zu- nden Röhrchen unter nochmaliger ƫerung zu einem einfachen geraden (Sammelrohr) zusammen. Die Sam- ıren verlaufen gestreckt bis zum ırtheil des Marks, wo sie sich unter n Winkel mit anderen Sammel- je zwei und zwei verbinden. Die ıende Abbildung macht diesen f anschaulich (C. LUDWIG). Diese ckt verlaufenden weiteren Canäl- (Hauptröhren), welche mit den elröhren die **geraden Harn- lchen**, Tubuli recti, heissen, igen sich unter spitzem Winkel ɔuem je zu zweien oder mehreren ner weiteren Canälchen, bis sie ɪslich auf 200—300 **Papillengänge**, Ductus papillares, 0,052 bis ım im Durchmesser, zusammengeschmolzen an der Papille ausmünden 31). Verfolgen wir die Ductus papillares in umgekehrter Richtung nach

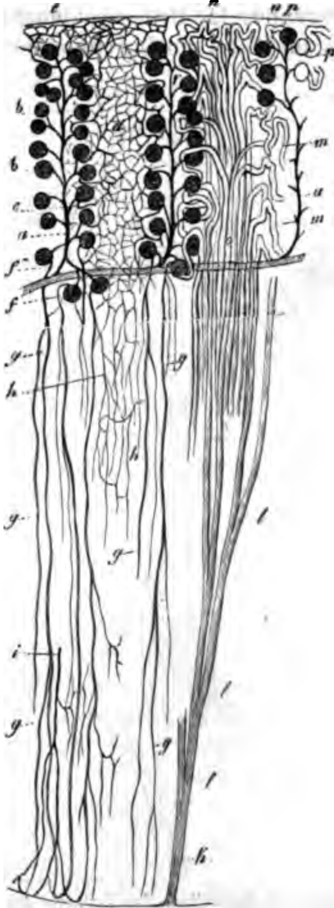
Fig. 131.



Schematische Darstellung des Verlaufes der Harncanälchen; Menschenniere. *p* Papillarschicht, *g* Grenzschicht des Markes, *r* Rinde. Kapsel des glomerulus *I*, der durch den Hals in das bogig gewundene Canalstück *II* übergeht. Dieses spitzt sich an der Mark-Rindengrenze in den absteigenden Schlingenschenkel *III* zu, und geht als solcher durch HENLE's Schleife (*h*) in den aufsteigenden Schlingenschenkel *IV* über. An diesen schliesst sich das Schaltstück *V*, welches durch den äusseren Bogen an die Krone (*k*) des Sammelrohrs *VI* übergeht. Das Sammelrohr verbindet sich mit den benachbarten desselben Markstrahls *VII* zum Hauptrohr *VIII* und dieses endlich mit anderen Hauptröhren zum ductus papillaris *IX*.

aufwärts, so sehen wir sie durch fortgesetzte spitzwinkelige Theilung die Röhrenzweige sehr an Dicke abnehmen, in ein Bündel feiner Röhre

Fig. 132.



Senkrechter Schnitt durch einen Theil der Pyramide und der dazu gehörenden Rindensubstanz einer eingespritzten Kaninchenniere. Halbschematische Figur. Vergr. 30. Links sind die Gefässe, rechts der Verlauf der Harncanälchen dargestellt. *a* Arteriae interlobulares mit den Glomeruli Malpighiani *b* und ihren Vasa afferentia, *c* Vasa efferentia, *d* Kapillaren der Rinde, *e* Vasa efferentia der äussersten Körperchen, in die Kapillaren der Nierenoberfläche übergehend, *f* Vasa efferentia der innersten Glomeruli, in die Arteriolae rectae *ggg* sich fortsetzend, *h* Kapillaren der Pyramiden, aus den letzteren sich bildend, *i* eine Venula recta an der Papille beginnend, *k* Ductus papillaris oder Anfang eines geraden Harncanälchens an der Papille, *l* Theilungen desselben, *m* gewundene Canälchen in der Rinde, nicht in ihrem ganzen Verlaufe dargestellt, *n* dieselben an der Nierenoberfläche, *o* Fortsetzung derselben in die geraden Canälchen der Rinde, *p* Verbindung derselben mit MALPIGHI'schen Kapseln.

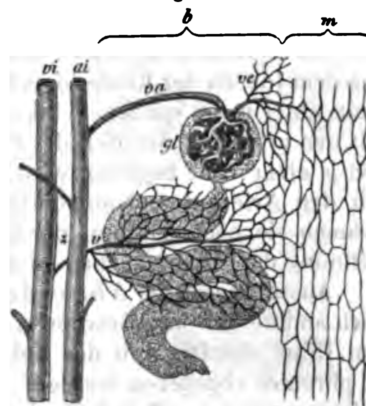
gehen, die von der Papille her Mark- und Rindengewebe aus und als FERREIN'sche Pyramid schrieben werden. Jedes Büsch gemeinschaftlich auf, und sein chen bilden, auch wenn sie streckten Verlauf mit einem denen vertauschen, stets noc wenn auch nicht vollständig grenzte, durch die ganze Rinde h zu verfolgende säulenförmige Fasciculus corticalis, FERREIN'sch mide. C. LUDWIG nennt die Verä je eines Hauptrohrs (cf. die Ab Fig. 131) Primitivkegel, sie ist allen Höhen der Rinde mit MA schen Kapseln umgeben, in welc die gewundenen Canälchen eins eines um das andere verläuft a büschelförmigen Knäuel nach um mit seinem MALPIGHI'schen I chen zusammen zu treffen. In d der Rindenbündel verlaufen die chen noch mehr oder weniger ge ehe sie sich seitlich zu den MA schen Körperchen wenden, bie erst noch schlingenförmig nach in die Marksubstanz aus, steige wieder nach aufwärts und senk in je ein MALPIGHI'sches Körperc (KÖLLIKER) (Fig. 132).

Die Harncanälchen besteh LUDWIG) aus einer Membrana p die innen mit einem Epithel au det ist. Die Umhüllungshaut e meist gleichartig. Die einschi Epithelzellen verhalten sich na verschiedenen Abschnitten der canälchen verschieden, nur die begrenzte Gestalt der kugligen ist überall gleich. In den bo wundenen Canälchen (auch im stück) sind die Zellgrenzen und die Kerne scheinen in eine undurchsichtige Masse eing

ən der sich unregelmässige Spalten zeigen. Das Protoplasma des Epithels ıig, reich an Fetttröpfchen. In den verengten Stellen an den Grenzen ıleife findet sich ein helles »mageres« Epithel, die Zellen liegen nachübereinander an den erweiterten Grenzen der Schaltstücke. Die Tubuli ıben Cylinderepithel, die Ductus papillares haben keine Grenzmembran Kugelige, meist scharf abgegrenzte Zellen finden sich auch in den ıı'schen Kapseln. Die Zellen überziehen das Gefässknäuel in der Kapsel ı der Stelle, wo sich diese der Höhlung der Röhrchen zuwenden.

ır bemerkenswerth ist das Verhalten der **Nierenblutgefässe**; nachdem die ı A r t e r i e n zu einem reichen Knäuel feiner Gefässe (Wundernetz) in den ıı'schen Kapseln zerfielen, treten sie wieder zusammen zu Gefässchen, in ignität und wohl wenigstens zum Theil auch dem Baue nach Arterien, die weiteren Verlaufe sich zu eigentlichen Kapillaren auflösen, aus denen ıren Venen hervorgehen. Die N i e r e n a r t e r i e zerfällt im Nierenbecken ige, welche in die zwischen den Malpighi'schen Pyramiden gelegenen :a l s ä u l e n (Columnae Bertini) eintreten und sich in zierlicher Weise fange der Pyramiden verästeln. Aus jenem Theil dieser Verästelung, der Rindensubstanz angrenzt, treten sehr regelmässig fast rechtwinkelig ən ab, die sich noch weiter theilen. Ihre feinen Zweige (0,13—0,22 mm) en zwischen den beschriebenen R ö h r c h e n b ü n d e l n der Rindenız, geraden Wegs nach aussen: man bezeichnet sie nach Kölliker als i a e i n t e r l o b u l a r e s. Sie tragen wie Beeren die Malpighi'schen , in deren Bildung sie meist ganz aufgehen. Jede solche kleine Interarterie gibt in ihrer ganzen Länge sehr feine Zweige nach allen Seiten rotz ihrer Feinheit (0,015—0,044 mm) en Bau der Arterien haben. Diese Arterienzweige gelangen, nachdem nchmal vorher noch einen kleinen, illaren sich auflösenden Zweig abn, an die Malpighi'schen Kapseln treten in deren Hüllenmembran ein, ı in den beschriebenen dichten Knäuel Gefässchen aufzulösen. In Beziehung Malpighi'schen Körperchen wird das ıführende Gefäss als V a s a f f e r e n s ınet. Es spaltet sich nach seinem Einı fünf bis acht Aeste, welche noch zu einem Büschel von Gefässchen ·n, die in vielfachen Windungen, ch netzförmig zu verbinden, in einzeflochten, endlich in derselben Art, ı sich theilten, wieder zu einem ein-Stämmchen, dem V a s e f f e r e n s, reinigen. In der grossen Mehrzahl lle treten die zu- und abführenden ı an derselben Stelle in die Kapsel ein und aus, und zwar meistens dem ng des Harncanälchens gegenüber (Fig. 133). Die Vasa efferentia sind

Fig. 133.



Verlauf der Blutgefässe im Körper der Rinde (Schematisch). Raum des Markstrahls, *m* Raum der bogig gewundenen Gänge *b*; *ai* Arteria interlobularis, *vi* Vena interlobularis, *va* vas afferens glomeruli, *ve* vas efferens glomeruli. *gl* glomerulus. *vz* Venenzweig der Interlobularvene.

sonach noch keine Venen, sondern feine Arterien, die erst im weiteren Verlauf ihr Kapillarnetz bilden, nach C. Ludwig mangelt ihnen die arterielle Muskelringhaut. Die Vasa efferentia erscheinen meist etwas enger, als die Vasa afferentia. In der Rindensubstanz spalten sich die Vasa efferentia nach kurzem Verlauf in ein reiches Netz von Kapillaren, dessen rundliche oder eckige Maschen die gewundenen Harncanälchen rings umspinnen. Anders als das oben beschriebene Verhalten der Rindengefässe ist das der Markgefässe. Die Vasa efferentia der an die Marksubstanz grenzenden Malpighi'schen Kapseln sind meist weiter, als die oben beschriebenen und senken sich zwischen die geraden Harncanälchen in langgestrecktem, geradlinigem Verlaufe ein und werden als Arteriolae rectae bezeichnet. Sie verästeln sich, bevor sie die eigentlichen Papillen erreichen, spitzwinkelig, so dass sie den Verlauf der gestreckten Harncanälchen nachahmen. Die Kapillaren, die sie bilden, stammen von rechtwinkelig abgehenden feinen Zweigen und bilden ein wenig dichtes Netz langgestreckter rechtwinkeliger Maschen. An der Grenze zwischen Rinden- und Marksubstanz hängt das reichliche rundlich-eckige Maschennetz der gewundenen Canälchen direct mit diesem rechtwinkeligen sparsamen Netze zusammen. Ein Theil der A. rectae geht aus denselben Aesten der Nierenarterie hervor, aus denen die A. interlobulares entspringen, man erkennt diese an ihrer Muskelringhaut. Der verhältnissmässige Mangel an Kapillaren an den gestreckten Canälchen spricht dafür, dass der Hauptverkehr mit dem Blute neben den Malpighi'schen Körperchen den gewundenen Canälchen zukommt. — Die Venen. An der Oberfläche der Niere entstehen durch das Zusammentreten der zwischen den neben einander liegenden Nierenläppchen (Ferrein'sche Pyramiden) verlaufenden kleinen Venenwurzeln sternförmige Figuren: die Verheyn'schen Sterne (Stellulae Verheynii). Die daraus hervorgehenden stärkeren Venenstämmchen senken sich zwischen den Läppchen in die Tiefe und verlaufen mit den Interlobulararterien, nehmen die ihnen begegnenden kleineren Venen aus dem Innern der Rinde in sich auf und vergrössern sich dadurch. Sie treten dann unter meist spitzem Winkel mit anderen Venen zusammen und verlaufen mit den grösseren Arterien der Pyramiden, und zwar so, dass jede Arterie meist von je einer Vene begleitet wird. Alle Nierenvenen sind klappenlos. Ehe sie mit den Arterien und auf dieselbe Weise, wie diese die Nieren verlassen, nehmen sie noch das Blut der Papillarvenen auf, die in zierlichem Netze die Oeffnung der Harncanälchen an den Papillen umspinnen.

Ausser diesen der Absonderung dienenden Gefässen besitzt die Niere noch andere für ihre Gewebsernährung, die von der Nierenarterie, ehe sie in den Hilus eintritt, von der Nebennieren- und Lendenarterie sowie von der A. phrenica abgegeben werden. Ob sie, wie angegeben wird, nur die Nierenhüllen versorgen, oder ob sie das gesammte Organ in ähnlicher Weise selbständig ernähren, wie die Ernährungsgefässe der Lunge, ist nicht entschieden. Dass die Arterien, welche der Absonderung vorstehen, überdies auch noch zur Ernährung des Organes dienen können, scheint daraus hervorzugehen, dass die Interlobulararterien hier und da auch noch feine Zweige an die Hüllorgane der Niere abgeben.

Die **Saugadern** der Niere konnte Kölliker bis zu den Interlobulargefässen verfolgen. Die grösseren Stämmchen verlaufen mit den grösseren Blutgefässen

m Hilus vereinigen sie sich zu einigen Stämmchen, nehmen noch die Lymphefässe aus dem Nierenbecken auf und laufen zu den Lendenlymphdrüsen. ach LUDWIG und ZAWARYKIN verlaufen die reichlichen parenchymatösen Lymphhnen in den Interstitien des unter der Kapsel befindlichen Bindegewebes. e stehen mit den Lymphgefässen der Kapsel in Verbindung und dringen rischen die Harncanälchen herein. Die aus der Rinde ableitenden Lymphfässe verfolgen gegen den Hilus zu die Bahn der Blutgefässe. Erst am Hilus halten sie Klappen.

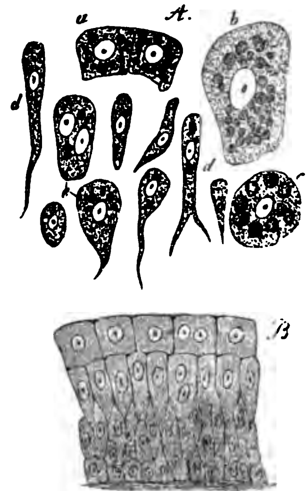
Die **Nerven** der Niere sind noch kaum weiter, als bis zu den Interlobularfässen verfolgt worden. Sie stammen vom Plexus coeliacus des Sympathicus id umspinnen die Arterie in einem ziemlich dichten Geflechte. Noch im Hilus iden sich an ihnen einige (gangliöse) Knötchen. Die Niere hat nachgewiesermassen Empfindungsnerven, welche auch die Weite der Blutgefässe beaflussen.

Zwischen die bisher beschriebenen Gewebselemente der Niere tritt noch indesubstanz ein, die aus einem mehr oder weniger dichten Bindegewebsirperchennetze meist ohne fibrilläre Zwischensubstanz besteht. Die Zellen ehen mit den Längsachsen ihrer Kerne senkrecht auf der Längsaxe der Harnmäle. Zwischen den Röhren des Marks findet sich, gegen die Papillen zu an asse zunehmend, auch streifiges Bindegewebe.

Auf der Oberfläche der Niere des Menschen idet sich nach EBERTH ein weitmaschiges etz glatter Muskelfasern, welche mit er Gefässmuskulatur in keiner Verbindung ehen und schmale Ausläufer in die Rindenibstanz entsenden.

Ueber den Bau der harnleitenden Organe haben wir von hysiologischer Seite nur wenig zu sagen. Harnleiter, ierenbecken und Nierenkelche bestehen aus drei chichten: zu innerst eine Schleimhaut, dann eine Lage rganischer Muskeln, zuletzt eine äussere Faserhaut, die as Bindegewebe mit elastischen Fasern besteht und irect mit der Nierenkapsel zusammenhängt. Die inneren Fasern der Muskelschicht verlaufen längsgerichtet, ie äusseren quer. An den Nierenkelchen verdünnt ich die Muskelschicht mehr und mehr und endet an en Papillen. An dem Ureter kommt etwa von der Mitte n eine dritte äusserste auch längslaufende Muskelfaserchicht hinzu. Die dünne Schleimhaut ist zwar reich n Gefässen, besitzt aber keine Drüsen oder Papillen, uf den Nierenpapillen wird sie sehr fein. Das Epithel t geschichtet. Die unterste Zellenschicht ist rundlich, ie mittlere mehr gestreckt, walzenförmig, an der Oberäche sind die Zellen rundlich, vieleckig, gross, plattedrückt. Häufig haben sie zwei Kerne, daneben auch och andere kernartige Gebilde (Fig. 134). Bei der Harnlase kommt noch der Bauchfellüberzug zu den bisher beschriebenen Lagen hinzu. Die rganische Muskelschicht besteht, wie die bisher beschriebenen, zu äusserst aus einer Längs-

Fig. 134.



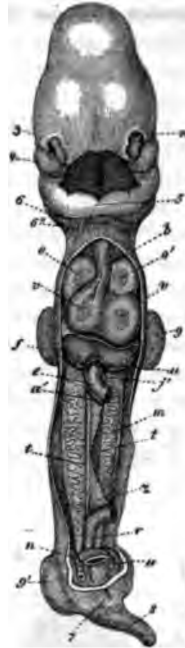
Epithel des Pelvis renalis vom Menschen 350mal vergr. *A* Zellen desselben für sich. *B* Dieselben in situ. *a* Kleine, *b* grosse, Pflasterzellen, *c* ebensolche mit kernartigen Körpern im Innern, *d* walzen- und kegelförmige Zellen aus den tieferen Lagen, *e* Uebergangsformen.

Längsschicht, deren Bündel in regelmässiger Weise neben einander verlaufen, Detrusor urinae. Unter dieser liegt eine Schicht querlaufender Fasern, deren Bündel weniger vollständig zusammenhangen. Am Blasenhalse vereinigen sich diese Fasern zu einer stark Ringfaserschicht: Sphincter vesicae. Ein reichliches, bindegewebiges Unterschleimhautgewebe verbindet die Blasenschleimhaut mit den genannten Schichten. Sie bild in der leeren Blase viele Falten, die bei der Füllung verstreichen. Sie ist glatt, ohne Zott ihr geschichtetes Epithel ist dem der übrigen Harnwege ganz ähnlich: oben mehr platt rundlich-eckige und zackige geschwänzte Zellen, in der Tiefe spindelförmige. Im Blasen halse und Blasengrunde finden sich Schleimdrüschen, entweder einfach birnförmige Schläuch oder auch verästelt, traubig, mit Cylinderepithel. Fr. Darwin hat in der Harnblase (Hun Kaninchen, sympathische Ganglien und blasse Nervenfasern nachgewiesen. Die erster liegen häufig in der Adventitia der grossen Gefässe, die letzteren begleiten meist die Arteri — Die Harnröhre des Weibes hat eine Muskellage und Schleimhaut von dem eb beschriebenen Bau. Die Schleimdrüsen (Littre'schen Drüsen) sind meist etwas entwickel als in der Blase und sondern ziemlich reichlich Schleim ab. Die männliche Harnröh besitzt dagegen ein geschichtetes Cylinderepithel, die unteren Schichten bestehen a runden oder ovalen Zellen. Die vordere Hälfte der Morgagni'schen Grube hat Papillen u Pflasterepithel. Auch hier finden sich Littre'sche Drüsen: schlauchförmig, gabelig getheil gewunden, Schleim absondernd.

Zur Entwickelungsgeschichte. — Die Urnieren. Die Absonderung der durch d Stoffwechsel gebildeten chemischen Körper, welche bei dem erwachsenen Wirbelthiere vo zugsweise durch die Nieren erfolgt, wird bei dem sich bildenden Embryo, soweit sie nic in der Placenta statt hat, durch eine Drüse besorgt, welche sich in der Folge bei den ve schiedenen Abtheilungen der Wirbelthiere in verschiedener Weise an der Bildung der wa ren Nieren und der Geschlechtsorgane betheiligt. Die Urnieren (Primordialnieren, Oken'sc oder Wolff'sche Körper) treten nach den Untersuchungen von Remak bei dem Hühnch schon in sehr früher Zeit auf, ihre Ausführungsgänge liegen (Fig. 45) unmittelbar unter d Hornblatte in einer Lücke zwischen den Seitenplatten und Wirbeln, aus ersteren scheinen s sich zu entwickeln, ohne Betheiligung des Hornblatts oder Darmdrüsenblatts. Die Drü besteht jederseits aus einem an der unteren Seite der Urwirbel verlaufenden, nach auss zu gelegenen Ausführungsgang, mit welchem nach innen anfänglich kurze, quere, regelmäs sich folgende Drüsenkanälchen in Verbindung stehen. Nach Bischoff werden die Urnier beim Säugethierembryo sichtbar, bevor die Allantois angelegt ist. Anfänglich erscheint d Anlage solid. Wenn sich die Allantois bis zu einem gewissen Grade entwickelt hat, münd die Urnierengänge mit zwei nahe aneinander gelegenen Oeffnungen in diese ein. Beim Hüh chen und bei den Reptilien (Schlangen) münden sie in die Kloake. Mit dem Wachsthum d Drüse verlängern und schlängeln sich die Seitencanälchen, und es treten mit ihnen die Bl gefässe, wie in den bleibenden Nieren, mit Malpighi'schen Knäueln in Verbindu Der Ureter der Batrachier ist zugleich Samenleiter. Bei den Forellenembryonen en die Wolff'schen Gänge zuerst blind am hinteren Leibesende, später erst durchbrechen dieses, in eine blasenartige Anschwellung vereinigt. (Schon vor der Bildung des Glomeru ist der Hohlraum der Gänge mit Krystallen harnsaurer Salze erfüllt, cf. unten.) Der Glom rulus bildet zuerst einen einfachen, an der Aussenfläche mit Epithelien überkleideten, m Blutkörperchen erfüllten, durch einen engen Hals mit der Aorta zusammenhängenden Sac aus dem sich durch Einfaltung das Wundernetz des Glomerulus bildet (M. Nussbaum). Di Urniere ist ein ziemlich bedeutendes, dickes, spindelförmig gestaltetes Organ, das zur Se des Mitteldarmgekröses in der Bauchhöhle liegt (Fig. 133 m). An der vorderen äusseren Fläc läuft der Ausführungsgang herab, in welchen die Seitencanälchen noch einzeln münden. der Folge sehen wir bei den höheren Wirbelthieren die Urnieren im Wachsthum stillsteh und mit Ausnahme der Theile, die mit den Geschlechtsorganen in Verbindung treten, ein Auflösung anheimfallen. Sie secerniren während ihrer Thätigkeit eine Art Harn, di

ekret, in welchem REMAK Harnsäure fand, und das wahrscheinlich meist aus harntron und harnsaurem Ammoniak besteht. Die Absonderung der Urnieren ergiesst ɜ Allantois, den Harnsack. Die alkalisch reagirende Allantoisflüssigint aber nur zum Theil ein Sekret dieser Drüsen, zum grösseren Theil ist sie wahrein Transsudat aus den Gefässen der Allantois-.LIKER), sie enthält Eiweiss und nach BERNARD ·im Hühnchen findet sich in ihr Harnsäure, in einer eit auch Harnstoff, bei Säugethieren (Kühen) fineben Harnstoff auch Allantoin, welches man arne saugender Kälber, der sauer reagirt ›nst wie Harn der Omnivoren verhält, manchmal Iundeharn (SALKOWSKI) findet. An der Ent-ıg der bleibenden Nieren und der harn-ırgane betheiligt sich bei höheren Wirbelthieren : die Allantois. Diese hängt zunächst (S. 53) Urachus mit der vorderen Mastdarmwand Schon im zweiten Monat erweitert sich der ı seinem unteren Theile zur Harnblase, die, spindelförmiger Gestalt, sich anfänglich noch ı Urachus (das spätere Ligamentum vesicae ach oben mit der Allantois, nach unten durch ɜn Gang mit dem Mastdarm vereinigt. Meist erst er Fötalperiode schliesst sich der Urachus. Die nt durch fortschreitende Erweiterung ihre blei-:alt an. Die Niere entwickelt sich aus einer ırmigen Anlage. Beim Hühnchen und dem ɜ (Kaninchen) sprossen diese (nach GÖTTE und ɜm Ende des 5. oder Anfang des 6. Tages, ιusführungsgang der Urniere hervor, zunächst nündung in die Kloake; bald trennt sie sich vom ɜn Gang, so dass der Nierencanal jederseits halb von ersterem in die Kloake mündet. Aus en Anlage entwickeln sich Harnleiter und Nieren-ɜlche mit der Faserschicht eine compacte Drüse on dem Epithel der Nierenkelche aus bilden sich ʀ), wie bei Lungen und den traubenförmigen hle Zellensprossen als Anlage der Harncanälchen, ɪch wuchern und sich verästeln. Ihre Enden ch durch eine enge S-förmige Krümmung, deren ıdung sich in Form einer Kugelschale auszieht, ɜiligung einer zelligen Scheide zu einem kugeligen ıerenknospe KÖLLIKER's, um. Diese Knospen tre-n sie dieselben umwachsen, mit den sich : entwickelnden MALPIGHI'schen Gefäss-in Verbindung, und wandeln sich in die MAL-Körperchen um. Damit stimmen die Beobach-DIG's und im Allgemeinen die Angaben von BIDDER ʀт. Ueber die Bildung der Gefässknäuel cf. oben S. 568 NUSSBAUM's Angaben. Bei den nbryonen der Säugethiere und des Menschen besteht die Niere aus einer Anzahl ·ter Lappen, Reniculi, welche nur durch die Zweige des Nierenbeckens (Nieren-ɪammenhängen. Beim Bären, der Fischotter, den Cetaceen bleiben die Reniculi ɪes ganzen Lebens getrennt, bei den anderen Säugethieren verwachsen sie, indem

Fig. 185.

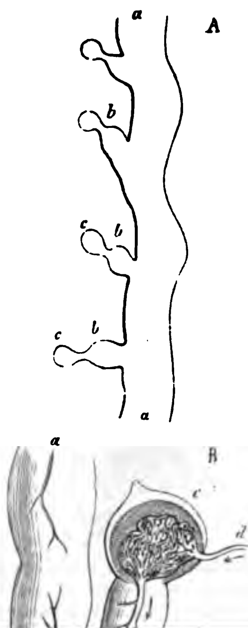


Menschlicher Embryo von 25—28 Tagen (nach COSTE) gestreckt und von vorn dargestellt nach Entfernung der vorderen Brust- und Bauchwand und eines Theiles des Darmes. *n* Auge; 3 Nasenöffnung; 4 Oberkieferfortsatz; 5 vereinigte Unterkieferfortsätze des ersten Kiemenbogens oder primitiver Unterkiefer; 6 zweiter, 6" dritter Kiemenbogen; Bulbus Aorta; *o*, *o* Herzohren; *vv* rechte und linke Kammer; *u* Vena umbilicalis; *f* Leber; *e* Darm; *a'* Arteria omphalo-mesenterica; *j'* Vena omphalo-mesenterica; *m* WOLFF'sche Körper oder Urnieren; *t* Blastem der Geschlechtsdrüse; *s* Mesenterium; *r* Enddarm; *n* Arteria; 7 Mastdarmöffnung oder Oeffnung der Kloake; 8 Schwanz; 9 vordere, 9' hintere Extremität.

jeder Reniculus eine Pyramide bildet. Die pyramidale Marksubstanz der Reniculi v der Corticalsubstanz wie von einer Mütze bis zu den Papillen überzogen.

Zur vergleichenden Anatomie und Physiologie. — Die Urniere, welche Thieren, die während ihrer Entwickelung ein Amnion besitzen (Amnioten), nur i Embryonalperioden als Niere fungirt, spielt bei den Anamnia eine dauernde Rolle BAUR). J. MÜLLER hat bei den Myxinoiden (Cyclostomen) den einfachsten, der Ur sprechenden Bau der Wirbelthierniere entdeckt. Ein langer, jederseits durch Bauchhöhle reichender Ureter gibt in grossen Zwis men von Stelle zu Stelle ein ziemlich weites, ab Canälchen nach aussen ab, welches durch eine Ver zu einem blind endigenden Säckchen führt (MALP Körperchen), in welchem sich je ein Glomerulus (Fig. 135). Bei der voluminöseren Petromyzonten einigen sich die Harnleiter zu einem unpaaren, wei schnitt, welcher, wie die gesonderten Harnleiter xinoiden, zum Bauchporus verläuft. Die Nieren zeigen keine Unterscheidung von Rinden- und Mark die Harncanälchen sind gewunden. Es kommen ha artige Erweiterungen vor, entweder an einem unpa bindungsstück der Ureteren oder an jedem einze lachier). In den Larven der Batrachier zeigen sich canälchen zuerst als gestielte, auf dem Ureter a Bläschen, bei den entwickelten Thieren (Fröschen) Harncanälchen nach einer Ureterseite hinab und nach einem theils geraden, theils gewundenen Ver gabelförmiger Theilung am entgegengesetzten R Niere. Die Nieren der Reptilien und Vögel z Lappen und zeigen auf ihrer Oberfläche eigenthüml dungen, welche bei Vögeln an die Windungen de oberfläche erinnern. Bei Schlangen und Schildkröt sich in den am Innenrande der Nieren verlaufend leiter, den einzelnen Nierenlappen entsprechend, [redacted]

Fig. 136.



ür die Harnausscheidung. Das Exkretionsorgan = Niere der Trematoden sondert ein ges oder krystallinisches Sekret ab, in welchem v. GORUP-BESANEZ u. A. Guanin fanden. isecten, Arachniden und Myriapoden fungiren die sogenannten MALPIGHI schen sse theils als Nieren, theils als gallebereitende Drüsen (LEYDIG). Sie erscheinen als , einfache oder verzweigte Canäle, die meist vielfach gewunden oder auch schleifen- ; am Darmcanal anliegen, in dessen letzten erweiterten Abschnitt sie münden. Die ichen Gefässe secerniren die Harnkonkremente, neben ihnen vorkommende Gefässe :he Galle. Bei einigen Insecten ist die verschiedene Function auf die verschiedenen nitte eines und desselben Gefässes beschränkt. Bei den Krustenthieren sind die Harn- : noch nicht sicher erkannt, v. SIEBOLD möchte die betreffende Function in Blind- che verlegen, welche an verschiedenen Stellen zwischen Pylorus und Mastdarm in den anal einmünden. Bei den Mollusken entsprechen die Harnorgane den bei Würmern offenen Bildungen. Es sind Canäle, welche mit einer äusseren Oeffnung beginnen und ürzerem oder längerem Verlauf in der Leibeshöhle mit einer wimperbesetzten inneren ng münden. Durch zottenartige Fortsätze und mehrfache Faltungen erhalten sie einen :n, cavernösen Bau, bei einigen: Ptero-, Hetero- und Cephalopoden sind diese Nieren ctil. Die cavernösen Räume sind durch die Sekretionszellen ausgekleidet, welche bei ephalen flimmern. Die Harnabscheidungen erscheinen als Körnchen, schalige Kugeln rystallinische Bildungen in den Sekretionszellen und zwar in eigenen Sekretionsräumen en (H. MECKEL's Sekretionsbläschen). Solche Konkremente sind es, welche bei den :n Thieren die Exkretionsorgane überhaupt mit einiger Sicherheit erkennen lassen, der menhang dieser Konkretionen mit dem Harn der Wirbelthiere ist vielfältig noch uner- . Die Konkremente färben die Nieren weiss, gelb, oder wie bei Paludina vivipara .EYDIG). — Im Hundeharn fand SALKOWSKI Allantoin nach Fleisch- und Fettfütte- BAUMANN, STÄDELER, C. PREUSSE constatirten im Rinderharn Kresol (Ortho-, Para- und esol).

Chemisch-physiologische Vorgänge in der Niere.

e der Niere eigenthümlichen Lebenserscheinungen sind bisher noch wenig erforscht. er specifischen Zellenthätigkeit in der Niere zeugt das Vorkommen von Inosit und in im Nierengewebe. Neben diesen finden wir auch hier Sarkin und Xanthin (CLOETTA, .ER, NEUKOMM u. A.), auch Kreatin. Der Stoffwechsel des Nierengewebes wird vor :n charakterisirt durch die Bildung des schwefelhaltigen Cystins, das sonst in keinem e nachgewiesen ist. BECKMANN fand Leucin und Tyrosin in der Niere, das aber von .ER und NEUKOMM nur in kranken Nieren, z. B. bei Choleraleichen, aufgefunden wer- nnte. Harnstoff und Oxalsäure treten bei Morbus Brightii auf, bei Diabetes mellitus nan Zucker. Die structurlose Hülle der Harncanälchen zeigt, wie das Sarcolemma, ohe Resistenz gegen chemische Agentien, ähnlich der des elastischen Stoffes. In dem inreichen Inhalte der Epithelzellen der Harncanälchen finden sich nach Fett- und genuss Fetttröpfchen, wie solche von Einigen als ziemlich konstante Bestand- e des Harns angenommen werden.

welchem Zusammenhange der chemische Bau der Niere zu ihrer Function steht, ch bisher noch nicht näher enträthseln lassen. In neuester Zeit ist mehrfach die ptung aufgestiegen, dass die Niere durch ihre specifische Thätigkeit Harnstoff je aus Stoffen (besonders Kreatin), die ihr durch das Blut zugeführt würden. at den Beweis dafür durch Ausschneiden von Nieren bei Hunden und Kaninchen ren versucht und wollte nach diesen Operationen sehr wenig Harnstoff im Blute den Organen der operirten Thiere aufgefunden haben, weit weniger, als sonst bei densein der Nieren in selber Zeit gebildet worden wäre; dagegen sei das Kreatin ver- . Man änderte den Versuch auch in der Art um, dass man die Nieren bestehen liess ur die Harnleiter unterband, und so nur die Harnausscheidung unmöglich machte.

Dann sollte sich die normale Menge Harnstoff in den Geweben vorfinden, da eben die Nie ihre Thätigkeit noch hatten fortsetzen können. Man hat sogar behauptet, dass frisch Nierengewebe, mit Kreatinlösung zusammengebracht, in dieser das Kreatin in Harnst umwandele. Den negativen Befunden, nach denen Harnstoff bei Thieren, bei denen die Nie ren ausgeschnitten waren, mehr oder weniger vermindert gefunden oder sogar ganz verm wurde, steht das positive Resultat von C. Voit entscheidend gegenüber, welcher nach Nierenausscheidung den Harnstoff in den Geweben ebenso vermehrt fand, wie nach Harnleiterunterbindung, während er in Beziehung auf das Kreatin keine Veränderung in Quantität erkennen konnte. Auch Rosenstein suchte durch Versuche zu zeigen, dass sich Niere an der Harnstoffbildung nicht betheilige. Bunge und Schmiedeberg fanden, dass in ausgeschnittenen Niere, durch welche sie Blut mit Benzoesäure mit Glycocoll leiteten, diesen Substanzen Hippursäure gebildet wurde. (Kühne und Hallwachs fanden bek lich bei der Hippursäurebildung die Leber vorwiegend betheiligt.)

Wir müssen die Nieren wie die Lungen vor Allem als Ausscheidungsorgane betrach welche einen Theil der Blutflüssigkeit — Wasser und die am leichtesten diffundirenden St — durch sich hindurchtreten lassen. Die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dass ähnlich wie die Lunge an der Kohlensäureausscheidung auch die Niere an der Harnaussch dung aktiv betheiligt, indem sie vielleicht durch aktive Veränderung ihres Zellenchemi den Diffusionsströmen den Weg durch ihre Zellenmebranen oder durch die Membranen Kapillaren bahnt. Dass so Etwas in den Nieren stattfindet, vielleicht ebenso wie bei and Drüsen und im Muskelgewebe auch durch Säurebildung (die Nierensubstanz re sauer, auch bei den Thieren, welche alkalischen Harn absondern), zeigt sich darin, dass der alkalisch reagirenden Blutflüssigkeit die saure Harnflüssigkeit hervortritt. Für Betheiligung der Niere an der Harnbereitung spricht die Beobachtung Voit's, dass bei K tinfütterung das Kreatin ebenso wie das, welches sich im alkalischen Blute findet, in Nieren in Kreatinin sich umwandelt. Es erscheint das als eine Wirkung der sauren Nie reaktion, da die gleiche Umwandlung auch im sauren Muskel behauptet wird und a ausserhalb des Organismus durch saure Flüssigkeiten geschieht. Das Cystin und Tau des Nierengewebes deuten, wie wir sahen, auf einen specifischen Nierenstoffwechsel. I Inosit aber, der sich in der Niere findet, geht wohl, da er nicht im Harne auftritt, ähnlich der Zucker in der Leber in das durchströmende Blut über. Bei niederen Thieren und Vö finden wir feste Nierensekrete als Konkremente in den Nierenzellen sich anhäufen.

Nach Störungen in der Nierenthätigkeit findet sich wie nach Nierenausschneid Harnstoff im Blute und in den Organen vermehrt, wie aus den Befunden bei Chol leichen, bei denen die Harnentleerung vor dem Tode ganz aufhörte, sowie bei Nierendege tionen hervorgeht. Offenbar entledigt sich also bei seinem Durchgang durch die Niere arterielle Blut eines Theiles seines Harnstoffes, den wir als normalen Bestandtheil des Bl kennen. Die Beobachtung Picards' scheint zu ergeben, dass sich in dem venösen Niere weniger Harnstoff nachweisen lasse, als in dem arteriellen.

Die Blutveränderungen in der absondernden Niere zeigen die gleichen Verhältnisse, bei allen arbeitenden Drüsen (cf. oben S. 263). Das Blut, welches das ruhende Organ dur strömt, wird dunkel venös gefärbt und ist stark faserstoffhaltig. Dagegen fand Bernard Venenblut der absondernden Niere hellroth, dem arteriellen ähnlich, fast oder vollkom faserstofffrei; dabei soll es mehr Sauerstoff und weniger Kohlensäure enthalten als dun venöses Blut. Bei gleicher Dichtigkeit verhalten sich nach Bernard's Versuchen die Gasv mina in den uns hier interessirenden Blutarten

	Arteria renalis:	Vena renalis hellroth:	Vena renalis dunkelroth:
O	19,4	17,2	6,4
CO_2	3,0	3,13	6,4

Durch die Reizung der Gefässnerven, wodurch sich die Gefässlumina verengern, die Wid stände gegen die Blutströmung also zunehmen, wird das Venenblut dunkelroth. Der Au

in ergibt, dass während der Thätigkeit des Organes die Blutmenge, welche dasselbe ıbströmt, sehr bedeutend vermehrt ist. In der Niere des lebenden Kaninchens befinden für gewöhnlich etwa 10% der Gesammtblutmenge (J. Ranke).

Die physikalischen Bedingungen der Harnausscheidung.

Die Harnausscheidung ist theils eine Folge der Lebensthätigkeit der Nierenhelien: eine wahre Sekretion, theils eine Folge der eigenthümlichen Blutckverhältnisse in den Nierengefässen, namentlich in denen der Glomeruli: siologische Filtration. Die Ausscheidung des Harnstoffs und der übrigen :ifischen Harnbestandtheile erfolgt, wie es scheint, vorzugsweise durch die enepithelien, während die normale Wasserausscheidung vorwiegend den ationsvorgängen in den Glomerulis zufällt.

Die Beobachtungen haben ergeben, dass durch eine allgemeine Steigerung Blutdruckes in dem Blutgefässsysteme, wie sie z. B. durch gesteigerte Wasufnahme in der Nahrung erzielt wird, die Harnabsonderung vermehrt werkann. Es spricht das dafür, dass die Harnabsonderung überhaupt ihr Zudekommen zunächst den Druckverhältnissen im Blutgefässsysteme, die ja n Nieren so eigenthümlicher Art sind, verdanke. In den Harncanälchen scht wohl stets ein geringerer Druck, als in den zuführenden Arterien der neruli, in denen er noch durch die geringere Weite der abführenden Arteim Vergleich mit den zuführenden, und durch die Zerspaltung gleichsam wei bedeutende Widerstände einführende Kapillarsysteme (Kölliker) geert ist. Auch die anatomische Anordnung der Glomeruligefässe selbst trägt Ludwig's Meinung zur Drucksteigerung bei, in Folge deren der diffusionse Theil der Blutflüssigkeit durch die Kapillarwände der Glomeruli durchesst wird. Für Eiweiss und Fette finden wir die Wände zahlreicher Kapilsteme im thierischen Körper undurchgängig, auch durch die Wände der neruligefässe treten diese Stoffe nicht hindurch. Nach Heynsius spielt hierlie Säure des Nierengewebes eine Rolle. Eiweiss, welches verhältnissmässig t in destillirtes Wasser eintritt, diffundirt in angesäuertes Wasser oder in n Harn kaum herein. Es wäre also die schwach saure Reaktion des Harnes, he den Uebergang des Eiweisses in die Harncanälchen hindert. Dass Fett ich feuchte Membranen nicht durchdringt, wissen wir aus den Unterungen der Fettresorption im Darme. Die Flüssigkeit, welche aus dem Blute h die Membranen der Glomeruligefässe in die Harncanälchen hereintritt, lso Blutflüssigkeit, der die Eiweissstoffe und Fette fehlen. Woher kommt ner, dass aus dem alkalischen Blut saurer Harn abgesondert wird? Maly machte über diese Frage entscheidende Versuche, welche den Diffuvorgang selbst dafür verantwortlich erscheinen lassen. Wenn er den Blutn analog neutrales (alkalisch reagirendes) phosphorsaures Natron und s phosphorsaures Natron in destillirtes Wasser durch Pergamentpapier thierische Membranen diffundiren liess, so ging stets relativ mehr Phosphor-: als Natron in das Wasser über, so dass die Aussenflüssigkeit bald sauer le, während die Innenflüssigkeit alkalisch blieb. Den gleichen Erfolg n Diffusionsversuche mit hippursaurem Natron und freier Hippursäure. lkalische Harn der Pflanzenfresser erklärt sich nach Maly dadurch, dass

dieser aus einem alkalireicheren und säureärmeren Blut als bei den Men: und Fleischfressern entsteht. Der Menschenharn wird ebenfalls alkali wenn viel Magensaft abgesondert, d. h. viel Säure dem Blut entzogen wir

Die Harnflüssigkeit tritt in den gewundenen Harncanälchen, die von (reichen Kapillarnetze umsponnen werden, in Diffusionsverkehr mit dem (die Harnausscheidung concentrirter gewordenen Blute und erleidet da noch weitere Veränderungen, die sie zum Harne machen. Diese Hypothese WIG) lässt manche Eigenthümlichkeiten des Harnes, besonders die verschi Concentration desselben an Salzen im Vergleiche mit dem Blute unaufg doch gibt sie uns im Allgemeinen ein verständliches Bild. Die verschi Concentration an Salzen im Harne und Blute rührt wohl zunächst davo dass die Salze, welche wir in der Blutasche finden, im Blute selbst zun nicht frei vorhanden sind. Ein Theil derselben ist an schwer oder nicht (dirende organische Verbindungen (Eiweiss etc.) geknüpft. Ein andere der Salze dagegen scheint durch den Verbrauch der organischen Stoff denen sie verbunden waren, frei im Blute enthalten zu sein. Nur diese tere Antheil kann durch den Filtrations- und Diffusionsstrom direct ausg werden.

Von den Gasen des Blutes gibt nur der einfach diffundirte Anthei Procente an den Harn ab. Der an die Blutkörperchen gebundene Sa geht, eben so wenig wie die Blutkörperchen selbst, in den Harn über verdanken PLANER Untersuchungen der Harngase. Normaler Harn enthält im Mittel:

in 100 Harn:	Stickstoff	0,820	bei 0° und
- - -	Sauerstoff	0,048	0,76 m Druck
- - -	freie Kohlensäure	4,729	
- - -	gebundene -	8,066	

Durch Muskelbewegung und andere Vorgänge, welche den Kohlensä halt des Blutes steigern, steigt auch der Kohlensäuregehalt des Harns (l Der Harn hat nach PLANER etwa dasselbe Absorptionsvermögen für die bei den Gase wie Blut und Wasser. Die freie Kohlensäure des Harnes wäch die des Blutes in der Verdauung.

Alle Momente, welche den Druck in den Glomerulis vermehren, s nach den vorliegenden Beobachtungen die Menge des ausgeschie Harnes. Wie schon angeführt, wirkt hierin reichliches Wassertrinke ches sehr rasch den Druck im gesammten Gefässsystem vermehrt, am ene sten. Die Steigerung der Harnabsonderung ist nach Genuss von Getränk so rasche, dass eine frühere Zeit directe »geheime Wege« zwischen Mage Harnblase zur Erklärung annehmen zu müssen glaubte. KOLOMAN MÜLI im Laboratorium CL. BERNARD's durch Versuche an grossen Hunden den E der Hautthätigkeit auf die Harnabsonderung studirt. Erkältung der Haut eiskalte Umschläge und Uebergiessungen) hatte, wie sich erwarten liess Vermehrung, Erwärmung der Haut nach analoger Methode eine Vermin der Harnabsonderung im Gefolge. Durch ausgedehnte Muskelkrämpfe, Verschluss grosser Arterien, durch Kälte, welche das Blut von der Haut inneren Organen treibt, wird der Druck in der Nierenarterie erhöht. W der krampfhaften Muskelthätigkeit selbst ist die Harnabsonderung aber v

rt, die Steigerung tritt erst nach dem Nachlassen derselben ein (J. Ranke). ch rein nervöse Einflüsse, z. B. gewisse Hirnverletzungen an der Basis des rten Ventrikels, können sich hierin geltend machen. Hierher sind auch die nflüsse der Gemüthsbewegungen und mancher Nervenkrankheiten zu rechnen. steigerte Thätigkeit des Herzens steigert den Druck im Arteriensysteme. rch die Reizung der Nerven der Niere können die Arterien verengert, durch e Paralyse dagegen erweitert und die Widerstände dadurch verändert wer-. Die Concentration des Blutes an den in die Harncanälchen ergossenen, östen Stoffen wird die Stärke der Diffusionserscheinungen in den gewun-en Canälchen reguliren und damit auch die Harnmenge und die Menge der Harn enthaltenen Stoffe vermehren oder vermindern. Alles, was den Blut-ck in den Glomerulis vermindert, vermindert auch die Harnsekretion. Da-wirkt mangelnde oder zu geringe Wasseraufnahme vermindernd. Ebenso wächung der Herzthätigkeit bei Herzleiden, vor Allem Blutverluste (J. ke), welche die Harnausscheidung bald ganz sistiren können. Von Nerven-fluss auf die Nierenthätigkeit ist, wie oben erwähnt, zunächst ein omotorischer nachgewiesen, welcher durch Lumenveränderung in den ässen die Druckverhältnisse in den Glomerulis regeln kann. Nach Bernard gert Vagusreizung den Blutzufluss zur Niere, die Vene schwillt an, ihr Blut d heller, karmoisinroth. Umgekehrt fand er den Erfolg bei Reizung des nchnicus major. Schatz und E. Wendt finden, dass eine Steigerung des aabdominalen Druckes — die sich schon durch gewisse Veränderungen in Körperstellung herstellen lässt, — die Harnabsonderung vermindere e. v. v. rscheinlich ist das eine Folge eines gesteigerten Druckes auf die Nieren-en, wodurch nach Ludwig die Harnabsonderung vermindert werden soll.

Das beständig abgesonderte und nachrückende Sekret scheint der Grund, um der Harn aus den gewundenen in die gestreckten Canälchen und aus en in das Nierenbecken gelangt. Ein Rücktritt in die Papillenöffnung ist nöglich, da ein gesteigerter Druck im Nierenbecken die Mündungen der ncanäle an der Papille zusammenpressen muss. Auch in den Harnleitern l der Harn durch die Schwere und den Druck des beständig abgesonderten, hinten her nachrückenden Harnes bewegt. Dabei sind peristaltische, nach elmann automatisch erregte Contractionen ihrer Muskelwände mit thätig. Einpressung des Harns in die Blase ist daher keine stetige, sondern eine n einem gewissen Rhythmus erfolgende. Dieser Rhythmus wird durch Auf-me von viel Flüssigkeit in das Blut beschleunigt, durch Mangel an Getränk angsamt.

In der Blase ist ein ähnlich einfacher Verschluss für die Harnleitermün-gen vorhanden, wie in den Nierenbecken für die Harncanälchen. Die Harn-er durchbohren die Blasenwand schief; jede gesteigerte Ausdehnung der se, welche die Flüssigkeit durchzupressen strebt, presst daher die Ureteren-ndungen zusammen. Die Elasticität der Prostata beim Manne, sowie der kulöse Sphincter vesicae, der durch die Elasticität elastischer Faserringe h unterstützt wird, hindern den unwillkürlichen Harnaustritt aus der Blase.

Spannung der gefüllten Blase erregt den Drang zum Harnlassen, der durch n in die Harnröhre gelangten Urintropfen gesteigert wird. Das Harnlassen st wird durch die Bauchpresse eingeleitet, durch starke reflektorische Con-

tractionen der Blasenwand (Detrusor urinae) vollendet. Die Contractio Blasenwände können das Blasenlumen vollkommen verschliessen; sie durch den sensiblen Reiz hervorgerufen, welchen der auf die Harn schleimhaut gelangende Harn ausübt. Die Muskeln, welche die Harnrö geben (namentlich Bulbocavernosus), pressen die Flüssigkeit aus letzte Der Verschluss des Blasenringmuskels soll ein tonischer, also durch fort den Nerveneinfluss hervorgerufener sein (Heidenhain u. A.). Andere den tonischen Contractionszustand (z. B. v. Wittich) oder das Vorhan des Blasensphincters selbst (Barkow).

Der Sphincter vesicae wird durch die Contractionen der Blase mit eröffnet (G. er mit jenen Längsmuskelbündeln der Blase in directer Verbindung und Abhängigk welche zur Prostata und Urethra ziehen. Den Druck in der Harnblase P. Dubois zu 13—15 cm Wasser fast gleichbleibend bei verschiedenem Alter und Ges

Die Blasennerven verfolgte Budge in den Lendentheil des Rückenmarks, V das Gehirn. Bei Rückenmarksdegeneration stellt sich häufig Lähmung der Blasenm und dadurch Harnverhaltung. Die peristaltischen Contractionen der U verlaufen beim Kaninchen mit einer Geschwindigkeit von 20—30 mm in der Secund Niere gegen die Blase zu (Engelmann). Im Leben werden sie an dem Ursprung d durch den Reiz des eindringenden Harns reflektorisch hervorgerufen. Auch künstli rufen Contractionen hervor, welche dann von der gereizten Stelle aus sich nach bei fortpflanzen. Engelmann sah die Contractionen auch an Ureterstücken ablaufen, a keine Nerven und Ganglien auffinden konnte. Engelmann denkt zur Erklärung a tische Muskelcontractionen und Fortpflanzung des Reizzustandes durch Muskelleitu

Der Inhalt der Harnblase steht in Diffusionsaustausch mit de Wandung strömenden Flüssigkeiten: Blut und Lymphe. Concentrirter Harn entnim letzteren Wasser und gibt an sie Harnstoff ab, so dass in Blut und Lymphe gefunde stoff zum Theil durch Diffusion aus den Harnwegen in die Säfte gelangt sein könnte

Die Chemie des Harns.

Im Harnstoff verlässt fast die gesammte, der Zersetzung der stickstoffhaltigen standtheile, der Albuminate, entstammende Ammoniakmenge den Organismus. D Ausschaltung der Nierenthätigkeit Harnstoff in Blut und Geweben sich anhäuft, diese, nicht speciell die Nieren, seine Bildungsstätte sein. Es gelang, Harnstoff au webssafte der Leber, Milz und Lymphdrüsen, neuerdings (Picard) auch aus dem de zu gewinnen und seine Anwesenheit in sehr geringer Menge im Centralnervensyst scheinlich zu machen. Harnstoff scheint darnach im Stoffumsatz wahrscheinlich Organen zu entstehen, und von ihnen aus in das Blut zu gelangen. Hierbei ist nic schlossen, dass auch im normalen Leben nach der oben angeführten Beobachtung ein Theil des im Blute und vielleicht auch in den Organen sich findenden Harnsto Diffusion aus dem Harn der Harnblase in die Säftemenge zurückgetreten ist. Es gelin Harnstoff künstlich aus cyansaurem Ammoniak (cf. S. 83) und durch Abspaltung mente des Wassers aus kohlensaurem Ammoniak herzustellen, dagegen ist bis jetzt a Harnstoff direct durch irgend eine Eiweisszersetzung zu gewinnen, vergeblich gew neigt sich gegenwärtig die allgemeine Ansicht dahin, dass auch im Organismus au weissstoffen nicht direct Harnstoff entstehe, sondern dass sich die Eiweissstoffe Organismus zunächst in die gleichen oder analogen Spaltungsprodukte zerlegen wi halb des Organismus, und dass erst aus diesen, soweit sie stickstoffhaltig sind, Harn stehe. Werfen wir, mit Rücksicht auf diese Meinung, einen Blick auf die bis jetzt ten Zersetzungen der »Eiweisskörper«. Bei der Behandlung der Eiweisskörper mi

e mit Alkalien bilden sich: Leucin, Tyrosin, Asparaginsäure, Glutaminsäure und Ammoniak (Hlasiwetz und Habermann), bei der des Glutins bildet sich Glycin (Glycocoll). Die gleichen ffe entstehen aus Eiweiss durch Wirkung des pankreatischen Ferments, sowie bei der Keimng der Samen, hier an Stelle der Asparaginsäure, Asparagin. Erhitzt man Eiweissstoffe ter starkem Druck mit Aetzbaryt, so bilden sich noch ausserdem Butalanin, Amidovaleriansäure, Amidoönanthylsäure, Glutiniminsäure, Leucein, Glycoprotein, Oxalsäure und Schwefeloxyd, dabei entwickelt sich Ammoniak und Kohlensäure in demselben Verhältnisse 2 : 1, e bei der Zersetzung des Harnstoffs (P. Schützenberger). Durch Oxydation mittels Braunin und Schwefelsäure entstehen aus den Eiweissstoffen neben Ammoniak und flüchtigen ganischen Basen Ameisen-, Essig-, Propion-, Butter-, Capron- und Benzoësäure, und die lehyde der vier letztgenannten Säuren. Bei Einwirkung von Salpetersäure tritt auf: Oxalsäure, Kleesäure, Xanthoproteïnsäure, von Königswasser: neben Oxalsäure Fumarsäure und lorazol. Erhitzen mit Wasser (und Säuren) unter hohem Druck verwandelt die Eiweissffe zunächst in Peptone, dann entstehen Leucin, Tyrosin u. a. (Lubavin). Bei Fäulniss und wissen Gährungen entsteht aus Albuminaten Indol. Für unsere Frage kommen nur die ckstoffhaltigen Zersetzungsprodukte in Betracht. O. Schultzen und Nencki haben den Nachis geliefert, dass von diesen Leucin und Glycin, vielleicht auch Tyrosin, (Knieriem) dass ch Asparaginsäure und Asparagin im animalen Organismus in Harnstoff umgewandelt wern, also auch als Vorstufen der Harnstoffbildung im Organismus anzusprechen sind. Aber ch Ammoniak resp. kohlensaures Ammoniak geht, wie die Experimente mit Sicherheit zu weisen scheinen, im Organismus in Harnstoff über, so dass darnach auch das bei der Zerzung der Albuminate auftretende Ammoniak als Vorstufe der Harnstoffbildung erscheint. Knieriem sah bei Kaninchen, die er mit Salmiak gefüttert hatte, das eingeführte Ammoniak Harnstoff wieder erscheinen. Salkowski bestätigte diese Entdeckung für Kaninchen. Bei nden gelingt dieser Nachweis nicht so leicht (Feder, Salkowski); bei ihnen trübt die mit m Ammoniak im Salmiak eingeführte Salzsäure das Versuchsergebniss, da Säuren in der hrung die Ammoniakausscheidung im Harn der Hunde beträchtlich steigern (Salkowski A.). Dagegen fand Schmiedeberg, was von Hallervorden vollkommen bestätigt wurde, s in der Nahrung zugeführtes kohlensaures Ammoniak im Hundekörper fast vollkommen Harnstoff umgebildet wird; und W. Schroeder beobachtete, dass Hühner ameisensaures d anderthalbkohlensaures Ammoniak (von letzterem 84% des gegebenen Ammoniaks) in rnsäure umwandeln. Wir erinnern hier an die von Jaffe und Mayer angestellten Untersuchungen über Umwandlung von Harnstoff in Harnsäure im Vogelorganismus. Salkowski ste die neugewonnenen Thatsachen über Harnstoffbildung im animalen Organismus zusammen.

Organische Harnbestandtheile.

Harnstoff. Unter den Stoffen, welche durch den Harn den Organismus verlassen, steht an ichtigkeit der Harnstoff obenan. Er ist, wie die Kohlensäure, ein gefährliches Gift für n Organismus. Seine Ausscheidung ist für den Fortgang des Lebens eine Nothwendigkeit, ler, in grösseren Quantitäten im Blut und in den Organen angehäuft, schliesslich vom Gehirn s eine Lähmung des gesammten Reflexmechanismus des Rückenmarks und den Tod hervorrufen vermag. 1) Gewisse Amidosäuren treten nach ihrer Einführung in den Darm in der rm von Uramidosäuren im Harn auf. 2) Gewisse andere Amidosäuren, die als Spaltdukte des Eiweiss bekannt sind — Glycin, Leucin, Asparaginsäure — geben bei Fütterung rnstoff. 3) Nach Fütterung mit Ammoniaksalzen findet sich der grösste Theil des Stickstoffs selben als Harnstoff im Harn. 4) Bei der Oxydation von Glycin, Leucin etc. in alkalischer sung ausserhalb des Körpers bildet sich die Carbaminsäure, und diese findet sich auch s Salz im Blut. Nach Salkowski wäre der Vorgang bei der Harnstoffbildung mit Zufuhr von mmoniak so aufzufassen, dass 2 Cyansäuremoleküle sich mit 2 Ammoniak zu 2 Harnstoff

verbinden: $(CONH)_2 + 2NH_3 = CO\begin{cases}NH_2\\NH_2\end{cases} + CO\begin{cases}NH_2\\NH_2\end{cases}$. Nach Drechsel ist der Vorgang Harnstoffbildung im Organismus folgender: das Eiweiss zerfällt in Leucin, Tyrosin etc., di werden oxydirt, bilden carbaminsaures Natron; letzteres zerfällt — vielleicht durch ein F ment — unter Wirkung von 2 Molekül Natron in Harnstoff und kohlensaures Natron. S kowski denkt auch hier an eine Betheiligung der Cyansäure. Schmiedeberg's und Kniera Ansicht ist einfacher und dadurch ansprechender, sie glauben, dass kohlensaures Ammoni direct durch Wasserabspaltung in Harnstoff sich umwandle.

In 24 Stunden scheidet ein Erwachsener etwa 30—40 Gramm Harnstoff bei gemischte reichlicher Nahrung aus. Ist die Nahrung gerade hinreichend, den täglichen Verlust a Körperstoffen zu decken, so wird in 24 Stunden im Harnstoff so viel Stickstoff ausgeschiede als in der Nahrung zugeführt und verdaut wurde. Diese von Voit und Bischoff am Fleisc fresser und an Vögeln, von Henneberg für das Rind gewonnene Thatsache konnte ich au für den gesunden Menschen erweisen.

Die Harnstoffausscheidung hat man vielfach nach Geschlecht, Alter, Körpergewic äusseren Lebensbedingungen, Temperatur etc. schwanken sehen; betrachtet man die Ve hältnisse näher, so ergibt sich aber, dass der Hauptregulator für die Harnstoffausscheidu die Ernährungsweise ist. Während bei länger dauerndem Hunger die Harnstoffausscheidu endlich auf eine untere Minimalgrenze herabsinkt, bei der nur einige Gramm täglich aus schieden werden, kann bei krankhaft gesteigertem Hunger und dem entsprechender Na rungsaufnahme, wie z. B. im Diabetes (Zuckerharnruhr), die täglich ausgeschiedene Har stoffmenge 100 Gramm und mehr erreichen.

Die geringsten Mengen von Harnstoff sah ich bei meinen an der eigenen Person an stellten Ernährungsversuchen (cf. oben S. 222), am zweiten Hungertage: 17,02 Gramm bei stickstofffreier Nahrung: 17,0 Gramm in 24 Stunden. Bei krankhaft lange Zeit fort setzter, fast vollkommener Inanition sah Seegen die 24stündige Harnstoffmenge eines erwa senen Weibes auf 6,1 Gramm sinken. Bei reiner Fleischnahrung fand ich die grösste Men 86,3 Gramm in 24 Stunden. Meine Minimalzahl verhält sich zur Maximalzahl wie 1 : 5. meinen Untersuchungen am Menschen ergeben sich, entsprechend den von Bischoff und V am Fleischfresser gewonnenen Resultaten, folgende Sätze für die Abhängigkeit der Ha stoffausscheidung von der Nahrungseinnahme. 1) Bei vollkommen gleicher Stickstoffzuf in der Nahrung während mehrerer Versuchstage findet anfangs eine wechselnde Harnst ausscheidung statt, erst nach einigen Tagen wird letztere ziemlich gleichmässig. Dann die im Harnstoff ausgeschiedene Stickstoffmenge der in der Nahrung zugeführten verdauten gleich. 2) Im Hunger wird das Minimum von Harnstoff ausgeschieden, d ist in den ersten Hungertagen die ausgeschiedene Harnstoffmenge verschieden nach dem Hunger vorausgegangenen Ernährungsweise. 3) Durch Nahrungszufuhr allein, abges von ihrer Zusammensetzung, wird die Harnstoffausscheidung nicht gesteigert. Bei rein sti stofffreier Kost sinkt die Harnstoffmenge auf und selbst unter das bei Hunger beobach Minimum. 4) Steigerung der Stickstoffzufuhr in der Nahrung steigert die Harnstoffaussch dung. Doch steht wenigstens während der ersten 24 Beobachtungsstunden die Steiger der Ausscheidung nicht in einem directen Verhältnisse zur Steigerung der Zufuhr. 5) Ste rung der Stickstoffzufuhr vermehrt nicht nur am betreffenden, sondern auch noch am fol den Tage die Harnstoffausscheidung; Hunger bewirkt umgekehrt noch für den folgenden Minderung. — Ausser diesen Einflüssen auf die normale Harnstoffausscheidung sehen wir Allem auch noch die Blutmenge und die Wasseraufnahme in der Nahrung für Quantität derselben von Einfluss. Gesteigertes Wassertrinken mehrt die Harnstoffaussch dung (Genth u. A.); das Gleiche wurde mehrfach für die Zufuhr von Kochsalz (Bisch Kaupp, Voit u. A.) behauptet. Eine Reihe älterer Angaben über Vermehrung oder Ver derung der Harnstoffabgabe wurde von Voit als irrig widerlegt: so die viel gemachte Beha tung, dass Muskelanstrengung die 24stündige Harnstoffausscheidung der geleiste Arbeit entsprechend mehre, oder dass Kaffeegenuss dieselbe herabsetze.

Die Harnstoffausscheidung während der verschiedenen Tagesstunden steht unter dem Einder Nahrungsaufnahme, sie steigt während der Verdauungsperiode bedeutend, um dann er zu sinken. Soviel Mahlzeiten, soviel Erhebungen zeigt die Curve der Harnstoffausscheiauf die Zeit bezogen. Ebenso ist es bei der Wasserausscheidung im Verhältniss zum senen Getränke. Auch bei dem hungernden Individuum zeigen sich Schwankungen, ch nur aus inneren Schwankungen der organischen Vorgänge im Körper während des erklären lassen. Gegen Nachmittag erreicht die Harnstoffausscheidung hierbei ein num (BECKER). Von Morgens an beginnt sie aber zuerst konstant zu sinken (C. VOIT, KE). Die Erklärungen für diese Angaben ergeben sich aus den Gesetzen der Ernährung.

ie Harnsäure wird in sehr viel geringeren Mengen ausgeschieden, als der Harnstoff, bei Erwachsenen etwa 0,5 Gramm im Tage. Im Uebrigen zeigt sie eine merkwürdige Uebernmung mit dem Harnstoffe in ihren Ausscheidungsverhältnissen, wie LEHMANN, HEINRICH und ich gezeigt haben. Die Ausscheidung der Harnsäure ist am geringsten bei Hunger ei stickstoffloser Nahrung (Zucker). Sie steigt bei Pflanzenkost und ist bei Fleischnahm bedeutendsten. Ich fand, dass normal die Harnsäureausscheidung in einem bestimm-erhältnisse stehe zur Harnstoffausscheidung: beide Stoffe werden in einer bestimmoportion ausgeschieden, und zwar ist, wenn die ausgeschiedene Harnsäuremenge = 1 t wird, im Mittel das Harnsäure-Harnstoff-Verhältniss = 1 : 45. Die Schwankungen täglichen Ausscheidungsgrösse sind also denen der Harnstoffausscheidung kongruent. eringste Menge während 24 Stunden beobachtete ich bei Hunger: 0,24 Gramm, die e bei übermässiger Fleischnahrung 2,11 Gramm! eine vor mir am Gesunden noch niebeobachtete Quantität. HEINRICH RANKE fand bei Fleischnahrung in 24 Stunden etwa 0,9 n, ich im Durchschnitt bei vorwaltender Fleischkost 1 Gramm, bei gemischter wie CH RANKE 0,7 Gramm. Man hat früher ein Wechselverhältniss zwischen Harnsäurelarnstoffausscheidung in der Art angenommen, dass, da die Harnsäure ein niederes tionsprodukt der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile sei, sie dann in gesteigertem e auftrete, wenn die Oxydationsbedingungen im Organismus gestört seien, der Harnstoff an entsprechend vermindert. Die von mir beobachtete Proportionalität der Harnsäurearnstoffausscheidung sprechen, wie es scheint, nicht für diese Annahme, wenn auch emie eine Bildung von Harnstoff aus Harnsäure als möglich lehrt. Gefütterte Harnerscheint als Harnstoff im Harne.

reatin und Kreatinin kommen im Menschenharne etwa in denselben Mengenverhältnissen e Harnsäure, etwa 0,7 Gramm bis 1 Gramm in 24 Stunden. Auch ihre Menge schwankt m Stickstoffgehalte der Nahrung wohl in analoger Weise wie die Harnsäure.

ie Hippursäure (MEISSNER und SCHEPARD) ist im Harne der Pflanzenfresser in ziemlich tenden Mengen enthalten; auch im menschlichen Harne scheint sie vielleicht nieganz zu fehlen, bei vorwiegender Fleischdiät entzieht sie sich aber der Beobachtung $^0/_0$). Im Harne der Fleischfresser kommt sie stets in ähnlich geringer Menge vor. Durch s von Vegetabilien und von Benzoësäure, die sich ausserhalb wie im Organismus mit zur Hippursäure verbindet (cf. S. 83), können wir den Hippursäuregehalt des Harns rn.

urch Säuren und Alkalien, sowie unter Einwirkung der Gährung, z. B. im faulenden zerfällt die Hippursäure in Benzoësäure und Glycin. KÜHNE und HALLWACHS behauptease die Paarung des Glycins mit der Benzoësäure im Blute vor sich gehe, und dass dazu lycin der Glycocholsäure, das in der Leber entsteht, verwendet wird. MEISSNER und an konnten dagegen im Blute der Pflanzenfresser keine Hippursäure auffinden, auch sie im Harn reichlich enthalten war. Sie behaupten daher, dass sich die Hippursäure n den Nieren bilde. In der Cuticularschicht der Pflanzen findet sich ein Stoff, welcher flanzenfressern verdaut werden kann, obwohl er chemisch unlöslich ist, aus welchem rsäure entsteht. Die inneren Pflanzentheile in den Wurzeln z. B. enthalten diesen Stoff Dieser Stoff der Cuticula hat in seiner Zusammensetzung einige Aehnlichkeit mit der ntsäure, aus der ebenfalls Hippursäure im Organismus entsteht.

Ueber **Cystin** cf. unten S. 602 und 608.

Kryptophansäure (J. L. W. Thudichum) $C_{10}H_{18}N_2O_{10}$.

Meissner und Jolly konnten auch **Bernsteinsäure** im Harne nachweisen, ebenfalls nur in minimalen Mengen.

Zucker zeigt sich nach Brücke im Harne in äusserst geringen Spuren normal, ebenso **Gallensäuren** nach Dragendorf und Joh. Höne.

Die **Harnfarbstoffe** sind verschieden (cf. S. 88); die Harnfarbe wechselt normal von roth z gelb, krankhaft: grün, blau, braun und schwarz.

Ausser diesen Stoffen werden noch **Extraktivstoffe** beschrieben, ein Gemisch noch unb stimmter chemischer Materien.

Neubauer fand stets Spuren von **Ammoniak** im frischen Harne. Der Ammoniakgehalt d Harns ist in neuerer Zeit vielfach Gegenstand der Untersuchung gewesen, vorzüglich weg der nahen Beziehung des Ammoniaks zur Harnstoffbildung (cf. oben S. 576, 577). Unorganisc Säuren vermehren beim Fleischfresser den Ammoniakgehalt des Harns (Schmiedeberg u Walter), ebenso die Fleischnahrung, da aus dem Fleisch saure Produkte gebildet werde umgekehrt sinkt der Ammoniakgehalt des Harns durch fixe Alkalien (E. Hallervorden).

Weiteres cf. bei Harnanalyse S. 586.

Anorganische Harnbestandtheile.

Chlor. Die Kochsalzausscheidung in 24 Stunden schwankt bei gewöhnlichen Verhältnis zwischen 10 und 23 Gramm. Auch wenn das Chlor in der Nahrung des Menschen vo kommen ausgeschlossen war, blieb nach den Untersuchungen von Wundt der Harn d Menschen noch chlorhaltig. Am 5. Tage des Versuchs erschien aber zum Beweise, wie b deutend die Störung in der Harnausscheidung durch den Kochsalzhunger ist, Eiweiss i Harne. Die Ausscheidung des Chlors richtet sich in ihren quantitativen Verhältnissen v Allem nach der Aufnahme desselben in die Nahrung, so dass man von einem Normalgeh des Harns an Kochsalz nicht sprechen kann. Bei kochsalzfreier Nahrung hält der Organism im Blut und in den Geweben hartnäckig Kochsalz zurück (Voit). S. L. Schenk fand bei koc salzfreier Kost bei Kaninchen bis zum 4. Tage eine Abnahme des Chlorgehaltes des Blut in den folgenden Tagen wieder ein Ansteigen bis etwa zur normalen Höhe. In meinen an selbst angestellten Beobachtungen schwankte die Kochsalzmenge im Harn von 4,83—24 Gramm, nach Kaupp nur bis 27,8 Gramm in 24 Stunden. Die niedrigste Zahl von 4,8 Gram beobachtete ich an einem Hungertage, an dem gar keine Nahrung (während 48 Stunden) a genommen wurde; die höchste bei möglichst reichlicher Ernährung, bei welcher der Sal genuss dem Geschmacke überlassen war. Bei ganz gleichbleibender Kochsalzzufuhr in d Organismus zeigt nach allen Beobachtungen an Thieren und Menschen, auch wenn kein Koc salz durch Haut und Darm fortgeht, die tägliche Kochsalzausscheidung im Harne gewis Schwankungen nach auf- oder abwärts. Meist verlässt die aufgenommene Kochsalzmen den Organismus schon nach sehr kurzer Zeit wieder. Nach einer salzreichen Nahrung si die entleerten Harnmengen sehr kochsalzreich. Durch gesteigerten Kochsalzgenuss wi auch die ausgeschiedene Harnmenge vergrössert. Das Kochsalz wirkt wie andere Salze har treibend.

Bei dem Menschen hat die Schweissbildung auf die Menge des ausgegebenen Koc salzes im Harne einen nicht unbedeutenden vermindernden Einfluss. Bei längere Zeit glei bleibender Kochsalzzufuhr, bei welcher eine gleichbleibende Kochsalzausscheidung im Ha eingetreten war, nahm ich ein Schwitzbad, in welchem während 17 Minuten der Körper 1280 Gramm = $2^1/_2$ Zollpfund an Gewicht durch Schweissbildung abgenommen hatte.

Kochsalzgehalt des Harnes am Tage vor dem Schwitztag	9,1	Gramm
- - - - Schwitztag	6,8	-
- - - - Tage nach dem Schwitztag	10,2	- -

welcher derartige Versuche bei **Bewegung**, bei welcher geschwitzt wurde, kam ähnliche, aber weniger grosse Differenzen. Den grössten Unterschied ergab er Versuch: ohne Bewegung 9,5, mit Bewegung 8,8 Gramm Chlor. Das Kochsalz ei Schweissbildung zum beträchtlichen Theile durch die Haut entfernt. Aehnlich h pathologische Ergüsse, die plötzlich aus dem Blute abgegeben werden. n enthaltene Chlor ist nicht immer alles an Kochsalz gebunden (GENTH), ein gerinscheint mit Kali, Calcium und Ammoniak vereinigt zu sein. Bei Fütterung ı mit Chlorcalcium wird alles Chlor im Harn ausgeschieden, dagegen nur $^1/_{36}$ ler Rest als kohlensaurer Kalk in den Faeces (SALKOWSKI und PERL).

wefelsäure und Phosphorsäure des Harnes stammen von der Zersetzung der Eiweissbenden Stoffe der Gewebe und der Nahrung oder aus anorganischen Salzen, welche ırungsstoffen eingeführt werden. Nicht aller Schwefel der schwefelhaltigen Körrd aber zu Schwefelsäure oxydirt, ein Theil geht im Koth, vielleicht auch im Harn als Taurin ab (cf. S. 605). Da im Harn die Schwefelsäure, die Phosphorsäure rnstoff zum grossen Theil den gleichen Ursprung haben, nämlich die Eiweisszerist meist auch mit einer Steigerung des einen in normalen Fällen, wenn nicht nde Zusätze zur Nahrung oder medikamentöse Darreichung Aenderungen hervorrden, eine Steigerung der anderen verbunden. Im Hunger sinkt die Schwefel- Phosphorsäureabscheidung analog wie die Harnstoffabscheidung. Am meisten ser durch Einführung schwefel- und phosphorsaurer Salze in der Nahrung die ngen der beiden Säuren durch Fleischnahrung gesteigert. Muskelarbeit Schwefelsäureausscheidung (ENGELMANN). Die Steigerung der beiden Säuren im h Einführung von Salzen derselben wird dadurch beschränkt, dass der Darm nur begrenzte Menge, etwa 4—6 Gramm, ohne Störung aufnehmen kann. Die beiden l im Harne sowohl an Alkalien, als an Erden gebunden. Nach Fleischgenuss las saure-phosphorsaure Kali im Harne sehr bedeutend. Die Schwanler Quantität der Ausscheidung sind bei Schwefel- und Phosphorsäure in 24 Stunenso bedeutend, wie bei dem Harnstoff. GENTH u. A. fanden bei gemischter Kost gleiche Mengen der beiden Säuren im Harn. Schwefeläure: 2,5—3,3 Gramm, Phose: 3,6—5,1 Gramm in 24 Stunden. Diese Zahlen sind bei Gesunden etwa als die lengen zu betrachten für die tägliche Ausscheidung. Wie gross aber die Schwanach dem Wechsel der Nahrung sich ergeben können, lehren meine Bestimmungen ufnahme von 1832 Gramm fettfreiem Fleisch im Tage. Die hierbei gefundenen ıen wohl als Maximalzahlen für die physiologisch mögliche Steigerung dieser ngen ohne Darreichung von schwefelsauren und phosphorsauren Salzen in der trachtet werden. Ich fand in 24 Stunden: Schwefelsäure 6,8 Gramm, Phosphorramm.

e **Schwefelsäuren** des Harns der Säugethiere und des Menschen. Der Harn enthält ɪMANN verschiedene Substanzen: gepaarte Schwefelsäuren, aus welchen sich durch en Schwefelsäure abspalten lässt. Der Gehalt daran ist am grössten im Pferdefolgt Kaninchenharn, zuletzt der des Menschen und des Hundes. Diese gepaarten ıren sind:

phenolbildende Substanz, z. Thl. Phenolsulfosäure $\left.\begin{matrix}C_4H_5\\K\end{matrix}\right\} SO_4$ und noch ähnliche Substanz;

ican; bei der Zersetzung des Indicans durch Säuren tritt stets Schwefelsäure auf;

nzkatechinschwefelsäure.

GER bestimmte die Phenolausscheidung bei Krankheiten (cf. unten).

BUCHHEIM's Leitung fand A. KRAUSE, dass nach Einnahme von Schwefeblumen = ltem Schwefel in den Darm die Schwefelsäureausscheidung im Harn zunimmt, dass wefel im Darm aufgenommen wird. Im Laboratorium VOIT's wurde diese Auf-

nahme auch für Hunde constatirt und wahrscheinlich gemacht, dass der Schwefel als Sc felalkali resorbirt werde.

Neben den bisher angeführten Säuren: Kohlensäure, Salzsäure (Chlor), Schwefels Phosphorsäure, finden sich noch im Harne geringe Mengen von Oxalsäure, vielleicht konstant, und Kieselsäure (?).

Die anorganischen Basen des Harns sind mit den Säuren meist zu sauren Salzen verbu Das saure phosphorsaure Natron hält den oxalsauren Kalk und die Harnsäure im Har Lösung.

Der Kali- und Natrongehalt des Harns steht unter vorwiegendem Einfluss der Nahrung. Kaligehalt beträgt (Salkowski, Dehn) unter gewöhnlichen Ernährungsverhältnissen 3 Gr (2,9 — 4,5 Gramm); Kaffe, Fleischbrühe, Fleischextrakt, namentlich aber Bier verm den Kaligehalt des Harns. (Genuss von Chlorkalium bringt Kopfschmerzen und a nervöse Symptome hervor.)

Den **Kalkgehalt** in Hundeharn fanden Salkowski u. A. pro die zu 0,12—0,26 Gramm specielle Kalkfütterung, bei letzterer steigt die Kalkausscheidung im Harn.

Die Reaktion des Harnes ist normal meist eine saure. Sie rührt von den im Harne herrschenden sauren Salzen her, vor Allem von den sauren phosphorsauren Alkalien. sauren Salze werden aus den basischen phosphorsauren Alkalien durch die Anwesenhei organischen Säuren des Harns: Harnsäure, Hippursäure, auch der Kohlensäure, er welche einen Theil der Basen für sich in Anspruch nehmen. Ebenso entstehen saure Sa allen Säften des Körpers, wo freie Säuren vorhanden sind. Künstlich kann die Reaktio Harnes sauer gemacht werden durch den Genuss freier Säuren, sowohl anorganische organischer. Auch Ammoniaksalze sollen, da sie z. Thl. zu Salpetersäure im Organi oxydirt werden, den Harn sauer machen. Nach mässigem Fleischgenuss ist es vor Allen saure phosphorsaure Kali, das die saure Reaktion des Harns bedingt. — Der Harn kann auch bei ganz gesunden Menschen alkalisch reagiren. Der Harn der Pflanzenfress immer alkalisch. Die alkalische Reaktion findet sich bei dem Menschen nach übermäs Nahrungsaufnahme während der Zeit der Verdauung. B. Jones stellte dieses für gemi Kost fest, aber auch nach reiner Fleischnahrung wird die Reaktion alkalisch. Bei e meiner Versuche wurden Mittags $1\frac{1}{2}$ Uhr 1281 Gramm fettfreies Ochsenfleisch gegessen. um 4 Uhr Nachmittags entleerten Harn fand ich stark alkalisch, ebenso noch um 8 Uhr Ab Der folgende Morgenharn zeigte sich stark sauer. Man pflegt diese physiologische Abn der sauren Harnreaktion während der Verdauung auf die Abscheidung freier Säure im gensaft zu beziehen, welche aus Salzen hervorgehe, deren Alkalien im Harne ausges den werden. Durch den Genuss von kaustischen und neutral-kohlensauren Alkalien man ebenfalls willkürlich die saure Harnreaktion in eine alkalische umwandeln. Schon Stunde nach dem Genuss von kohlensaurem Natron findet sich der Harn alkalisch. E wie kohlensaure Alkalien wirken die meisten organisch sauren Alkalien, da sie im Org mus zu kohlensauren verbrannt werden. Die alkalische Reaktion des Pflanzenfresserh rührt von den in so reichlicher Menge in der Nahrung aufgenommenen organisch s Salzen her. Doppeltkohlensaure Alkalien machen, vor dem Essen genommen, wobei si verändert resorbirt werden, den Harn stärker sauer (Beneke, Parkes, Ralfe), indem sie im in phosphorsaure und neutral-kohlensaure Salze verwandelt werden; nach dem Esse nommen, machen sie den Harn alkalisch, da ihre Säure durch den Magensaft ausgetr wird (Ralfe).

Die Wasserabgabe durch den Harn richtet sich, wie aus den Bemerkungen über die Mec der Harnabsonderung hervorgeht, vor Allem nach der Menge des genossenen Wassers. I genden, in denen der Biergenuss gewöhnlich ist, ist das täglich ausgeschiedene mi Harnvolumen grösser, als in Gegenden, in denen diese Sitte nicht herrscht. Je Wasser entleert wird, desto mehr feste Stoffe (Harnstoff, Salze etc.) verlassen den Organi durch den Harn, sie werden aus den Geweben ausgeschwemmt, aber auch durch den gesteigerte Wasseraufnahme vermehrten Säftestrom durch die Organe in grösseren Quant

ildet (? Voit). Umgekehrt wird durch die gesteigerte Einfuhr von Salzen, welche den Orgamus nur gelöst im Harn verlassen können, z. B. durch Kochsalz u. a. m., dem Organismus e grössere Wassermenge entzogen. Dasselbe ist der Fall, wenn durch gesteigerte Zerzung sehr viele aus den Geweben gelöst abzuführende Stoffe gebildet wurden. So kommt dass starke Fleischnahrung die Wasserabgabe durch den Harn ungemein steigert. Dann zeitweilig die Wasserausscheidung durch die Nieren von der Wasserzufuhr in der Nahrung abhängig, so dass unter Umständen weit mehr Wasser im Harne ausgeschieden wird, als tränk zugeführt wurde. So kann es kommen, dass in Folge starken Fleischgenusses der irper durch Wasserabgabe eine bedeutende Gewichtsabnahme erleidet. Bei einem von mir Menschen angestellten Versuche wurden zu 2009 Gramm Fleisch 1400 cc Wasser getrunken. ie ausgeschiedene Harnmenge betrug 2260 cc, die Körpergewichtsabnahme, zumeist durch asserverlust verursacht, 1179 Gramm in 24 Stunden. In dem anderen Versuch betrug Abnahme durch Wasserverlust in 24 Stunden 1085 Gramm, trotz einer Aufnahme von 4 Gramm Fleisch. Umgekehrt vermehrt eine stickstofflose Nahrung den Wassergehalt s Organismus und setzt die Wasserabscheidung in den Nieren herab. Als Beispiel führe h auch eine am Menschen von mir gemachte Beobachtung an. Es wurde bei Aufnahme 1321 cc Wasser neben 300 Gramm Stärke, 100 Gramm Zucker und 150 Gramm Fett, im rn nur 758 cc Wasser entleert, das Körpergewicht nahm an diesem Tage zu um 297 Gramm. r konnte die Wasserzunahme der Gewebe nach Brotfütterung an Fleischfressern (Katze) rch Wasserbestimmung in den Geweben nachweisen. Nach starken Muskelkrämpfen d ich die Wasserabgabe durch die Nieren vermehrt, während des Krampfs sehr beträchtlich rmindert. Es hängt diese Veränderung zunächst von der durch allgemeine Muskelkrämpfe ränderten Blutvertheilung im Körper ab (J. Ranke), wobei das Blut in erhöhtem Maasse in Muskeln strömt und dadurch den Drüsen, auch den Nieren entzogen wird. — Cl. Bernard deckte einen nervösen Einfluss auf die Wasserausscheidung. Er lehrte die rnausscheidung vermehren durch Verletzung des verlängerten Markes ganz nahe der Stelle, rch deren Verletzung die Zuckerausscheidung im Harne angeregt wird.

Die täglichen Harnmengen schwanken sehr; normal von etwa 500 cc aufwärts bis mehreren tausend, bei Harnruhr bestimmte ich sie zu 25000 Gramm. Seegen sah die iche Harnmenge bei lange krankhaft fortgesetztem Hunger und geringster Flüssigkeitszur bei einer erwachsenen Frauensperson im Minimum bis auf 125 cc sinken. An mir selbst ich sie bei vollkommener Gesundheit ohne übermässige Flüssigkeitsaufnahme schwanken 750 cc, bei vollkommener Nahrungs- und Flüssigkeitsenthaltung, bis zu jenen oben als kt der Fleischnahrung erwähnten 3073 cc am Tage. Das Mittel beträgt bei erwachsenen nern bei reichlicher Zufuhr von Flüssigkeiten etwa 1600 cc in 24 Stunden. Bei Frauen das Mittel im Allgemeinen, da sie meist weniger zu trinken pflegen als die Männer, geringer. Schwankungen der Wasserabscheidung im Harne während verschiedener Tagesstunden, stündlichen Harnmengen, zeigen sich im Allgemeinen übereinstimmend mit den Schwangen der Harnstoffabgabe und der Ausscheidung der anderen Harnbestandtheile. — Wähd des Schlafes ist der Harn concentrirter, von höherem spec. Gewicht und wird in ingerer Menge ausgeschieden, als während des Wachens. Der Morgens sofort nach dem wachen entleerte Harn zeigt die Eigenschaften des Schlafharns; aber wenn die Beobachgspersonen auch noch stundenlang wach, aber ruhig im Bett liegen bleiben, so tritt doch typische Vermehrung und relative Verdünnung des Harns ein, welche den Morgenharn rakterisirt (H. Quincke's morgendliche Harnflut), beim Umhergehen ist die stündhe Harnmenge geringer, als bei ruhigem Liegen im Bett. Nächtliches Wachen vermehrt stündliche Menge des Nachtharns.

Die Harnfarbe. Je concentrirter der Harn ist, desto stärker zeigt er sich auch im Allgeeinen gefärbt. Der sehr concentrirte Morgenharn direct nach dem Aufstehen ist darum m dunkelsten gefärbt. Nach Krämpfen ist der Harn, weil sehr verdünnt, meist auch sehr ell. Fast wasserhell, aber meist etwas trübe, ist er bei Harnruhr. — Gewöhnlich ist der Menschenharn durchsichtig und hell. Auch bei vollkommen Gesunden scheidet sich aber

häufig bei concentrirten Harnen (Morgenharn) ein Niederschlag aus, der im sauren H harnsaurem Ammoniak und harnsaurem Natron, hier und da gemischt mit reiner Ha besteht. Ist der Harn alkalisch, ein Zustand, den ich bei einem ganz gesunden jungen der reichlich Fleisch zu essen pflegte, fortgesetzt beobachtete, so scheiden sich ph saurer Kalk und Magnesia aus, die öfters zuerst als schillernde Haut auf der fläche des Harns erscheinen.

Das specifische Gewicht des Harnes ist, wie schon einleitend angeführt, nach Vogel Mittel 1020. Nach meinen Beobachtungen an Gesunden stellt sich das Mittel zieml niedriger: 1015,4. Die niedrigste Zahl fand ich bei mir bei Hunger (wobei aber ei grosse Harnmenge entleert wurde): 1007,5. Bei einem viel Wasser trinkenden Lan lehrer beobachtete ich 1008, der Harn war kaum gefärbt. Das höchste von mir beo normale specifische Gewicht betrug 1026,5. Man kann nach Trapp annähernd di Stoffe des Harnes in Procenten berechnen aus dem specifischen Gewicht. Man schne drei ersten Zahlen des spec. Gewichts des Harnes durch ein Komma von der oder genden ab und subtrahirt dann Hundert. Der Rest wird verdoppelt und gibt dann suchte Procentzahl der festen Stoffe des Harns. Bei 1020 würde man also das Komm nach der Zahl 2 also 102,0, nun würden Hundert davon abgezogen, es bleiben dann 2, Zahl gibt verdoppelt die festen Stoffe in Procenten = 4,0%. Die Rechnung stimmt Beobachtung nur annähernd. Aus einer grossen Anzahl von Beobachtungen leitete mitgetheilte spec. Gewicht des Harnes 1015,4 ab. Nach Trapp'schen Formeln berechı die Procente der festen Stoffe zu 1,54 × 2 = 3,1%; die direct gefundene Mittelz gab 3,8%.

Die Gesammtmenge der durch den Harn entleerten festen Stoffe fand ich beim Mensc vollkommener Nahrungsenthaltung als niederste Zahl 25 Gramm in 24 Stunden. A malzahl bei Fleischgenuss (1832 Gramm) 132,7 Gramm. Als Normalzahl ergibt si 50 Gramm. Durch gesteigte Wasserabgabe in den Nieren wird die ausgeschiedene Ge menge fester Stoffe, wie jeder dieser Stoffe für sich, gesteigert. Während bei Hunger in 832 cc Harn 25 Gramm in 24 Stunden abgeschieden wurden, fand ich z. B. ebenl Hunger, aber mit 2234 cc Harn 39,3 Gramm feste Stoffe. Starke Schweissbildung ver die Ausscheidung der festen Stoffe (durch Kochsalzabgabe vor Allem) nicht unbeträ Bei der gleichen Kochsalzzufuhr fand ich in 5 Tagen vor dem Schwitztag im Mittel 61,1 feste Stoffe, den Tag nach dem Schwitztag 57,6 Gramm, am Tage, an welchem das obe erwähnte Schwitzbad genommen wurde, nur 46,2 Gramm. Trotz der gleichen Nahr fuhr sind die täglich ausgeschiedenen festen Stoffmengen doch ziemlich bedeutenden S kungen unterworfen, es spiegeln sich in diesen Schwankungen alle die Einflüsse, wel Harnstoffausscheidung und die Salzausscheidung erfährt. Eine solche Reihe ergab ganz gleicher Kost die Werthe: 86,5; 59,7; 65,4; 62,4; 67,1; 51,0; 46,2 (Schwitztag)

Zur Entwickelungsgeschichte. — Harnausscheidung der Neugeborenen. — Nach und Ruge beträgt, ohne eine wesentliche Aenderung des Körpergewichts, die Harnm 24 Stunden, auf 1 Kilo Körpergewicht gerechnet, am 1. Lebenstage 4,4 Gramm, am 1 schon 18,8 Gramm. Der Harn wird meist hell entleert, trübt sich aber in den ersten ziemlich rasch durch Ausfallen von Uraten. Der Harnstoffgehalt des Harns betrug am auf 1 Kilo Körpergewicht berechnet, 0,0205 Gramm, am 10. Tage 0,0919 Gramm. Harı Harnstoff = 1 : 14 (?). Der Harn enthält Phosphorsäure und Chlor. Das spec. Gewi Harns schwankt zwischen 1003—1006. Reaktion ist neutral, seltener ganz schwach Zucker und Eiweiss halten Parrot und Robert nicht für normale Bestandtheile des Ha Neugeborenen.

Historische Bemerkungen.

: Harn hat schon bei den ältesten Aerzten genaue Beachtung gefunden; in den Schrif- HIPPOKRATES finden sich zahlreiche praktische Bemerkungen über diesen Gegenstand. e Chemiker haben sich bald und vielfältig mit diesem Gegenstande beschäftigt. Die enauen chemischen Versuche wurden von VAN HELMONT angestellt, sie finden sich in ıbhandlung über Steinbeschwerden. ARETÄUS und AURELIAN hatten wie die anderen ›rzte die Blasensteine für wirkliche Steine und Sand genommen und sie daher :ιθίασις genannt, CELSUS und PLINIUS nennen sie Calculus und Sabulum, PARACELSUS ı. VAN HELMONT suchte zuerst experimentell zu beweisen, dass die Bestandtheile, aus ı die Blasensteine gebildet sind, im Harn angetroffen werden. Er verglich ihre Bildung Krystallisation des Weinsteines aus dem Weine. HALES, BOYLE, BOERHAVE u. v. A. ha- ı mit diesem Gegenstand beschäftigt. Der erste richtige Begriff ihrer Natur wurde von : 1776 gegeben, der in den Steinen, die er untersuchte, die Harnsäure, die er teinsäure nannte, als wesentlichen Bestandtheil auffand, und die er nachher auch im achweisen konnte. BERGMANN fand einen Harnstein aus phosphorsauren Erden be- , wodurch er den Beweis führte, dass diese Concretionen verschiedene Zusammen- haben können. WOLLASTON beschrieb 1797 fünf verschiedene Arten, nämlich Steine nsäure, aus phosphorsaurem Kalk, aus einem Gemenge dieses Salzes mit phosphor- Ammoniak-Magnesia (schmelzbare Steine), aus reiner phosphorsaurer Ammoniak- ıa, aus oxalsaurer Kalkerde (Maulbeersteine). Die ausführlichste Untersuchung wurde eit später von FOURCROY und VAUQUELIN veröffentlicht, welche die Aerzte aufgefordert ihnen Proben von Harnsteinen zu dieser Untersuchung mitzutheilen. Sie fanden in -600 Steinen, die sie untersuchten, dieselben Bestandtheile, welche WOLLASTON vor ngegeben hatte, dazu noch harnsaures Natron und in zwei Steinen einen Gehalt an 'de. PROUST fand einen aus kohlensaurem Kalk (?), WOLLASTON entdeckte 1810 als teinbestandtheil das Cystin (Cystic oxide), A. MARCET fand das Xanthin (Xanthic oxide), GSON die kohlensaure Magnesia. Aus dem Harne selbst hatten 25 Jahre nach MONT's Untersuchungen BRAND und KUNKEL Phosphor dargestellt. BOYLE versuchte rnanalyse, es glückte ihm ebenfalls Phosphor zu erhalten, dessen Bereitung geheim ı wurde, und den er in London von einem Apotheker zum Verkauf aus Harn bereiten ngefähr gleichzeitig sind die ihrer Zeit viel gerühmten Harnuntersuchungen von BELLINI RHAVE. MARKGRAF zeigt, dass der Phosphor von den im Harne sich findenden phosphor- Salzen herrühre. Die Beobachtungen einer Reihe vortrefflicher Chemiker beschäftigten rzüglich mit den anorganischen Harnsalzen. ROUELLE d. J. lenkte 1773 die Aufmerk- auch auf die organischen Bestandtheile (Harnstoff), die er »seifenartigen Harnextrakt« Die Entdeckung der Blasensteinsäure, der FOURCROY den Namen Harnsäure (Acidum : gab, wurde schon erwähnt. Doch datirt erst von der Arbeit des englischen Che- CRUIKSHANK (1797 publicirt) die eigentliche Kenntniss von der Natur des Harns. Er ist ›ntliche Entdecker des Harnstoffs, der von FOURCROY und VAUQUELIN näher untersucht ıannt wurde. Er beschrieb die Veränderungen des Harns in Fiebern, Wassersucht, s mellitus etc. FOURCROY und VAUQUELIN gaben drei Jahre später eine ausführliche alyse. THÉNARD gab an, dass die freie Säure des Harns nicht allein Phosphorsäure, ı auch Essigsäure sei, BERZELIUS substituirte dafür Milchsäure. F. WOLFF gibt 1807 in TH's chemischem Wörterbuch als normale Bestandtheile des Harns an: Wasser, Gallerte veissstoff, Harnstoff, mehrere Säuren (Harnsäure, Benzoësäure, Essigsäure), Salze und ›l. SEGUIN hatte zuerst Eiweiss im Harn aufgefunden, BERZELIUS gibt an, dass es, wenn i Kranken ein ziemlich häufiger, doch aber kein normaler Bestandtheil sei; man hatte n zwischen Schleim und Eiweiss keinen genauen Unterschied gemacht. ROUELLE hatte zoësäure im Harn grasfressender Thiere aufgefunden, ebenso den dort reichlichen ıuren Kalk an Stelle des phosphorsauren Kalks, den SCHEELE zuerst im Harn nach-

gewiesen hatte. Die Harnfarbe sollte nach Fourcroy und Vauquelin von Harnstoff herr dessen Menge sie mit der gesättigteren Farbe zu- und abnehmen sahen. Berzelius führ als organische Harnbestandtheile an: Harnstoff, freie Milchsäure, milchsaures Amm unbestimmte Extraktivstoffe, Harnsäure, Harnblasenschleim. Liebig entdeckte die H säure und ihren Zusammenhang mit der Benzoësäure. Die Untersuchungen von Be Liebig, Dumas, Wöhler u. A. haben vor Allem die jetzige Kenntniss des Harns beg Kreatin und Kreatinin wurden im Harn zuerst von Heintz und Pettenkofer ausgeschie

Die Harnanalyse und ihr Werth für den Arzt.

Die alte ärztliche Praxis erkannte dem Harne einen bedeutenden diagnostischen W Wenn der Arzt den Puls gefühlt und gezählt, die Hand zur Messung der Tempera die Stirne des Patienten gelegt und dessen Zunge besehen hat, so greift er noch heute s nach dem Harngefässe, dessen Inhalt er mit Sorgfalt betrachtet. Wir sehen aus den ge ten Mienen des Kranken und seiner theilnehmenden Umgebung, wie tief das Bewussts der Wichtigkeit der Harninspection aus der therapeutischen Praxis in das Publikum drungen ist. Einem in der Ferne wohnenden Arzt, der einen Kranken in absentia bel soll, wird zur Unterstützung einer Krankheitsbeschreibung eine Portion Harn übersen wird gar oft jetzt noch vom Arzte besonders auf dem Lande verlangt, dass er auf die a Besichtigung des Harnes hin seine ärztlichen Massnahmen treffe. — Es ist das ein U aus einer Zeit, die noch nicht so lange und weit hinter uns liegt, als wir uns gern schm in welcher der Arzt, und zwar nicht nur der gewissenlose, es für eine Ehre hielt, v von ihm hiess, dass er die Krankheiten allein schon aus der Urinbesichtigung e könnte.

Als in der Mitte dieses Jahrhunderts die chemische Methode vor Allem durch durch seine Schüler und Gegner, in die Medicin und Physiologie eingeführt wurde. zuerst der Harn, dessen Untersuchung die Aufmerksamkeit der Aerzte auf sich lenkt Harn, der diagnostisch so wichtig ist, sollte nach allen Richtungen chemisch durc werden. Man knüpfte die weitgehendsten Hoffnungen an diese Untersuchungen. V erwartete man, neue diagnostische Hülfsmittel von ihm zu gewinnen, aber auch die al ten suchte man durch genauere quantitative Bestimmungen der Harnbestandtheile zu auf einen wahrhaft wissenschaftlichen Ausdruck zu bringen.

Die alte Harninspektion hatte sich um die äusseren Verhältnisse, die Nahrungsa des Patienten nicht gekümmert. Es war nicht nöthig, dass die Harnmenge, die man b tete, die Gesammtquantität von einer bestimmten, bekannten Zeit war, jede kleine genügte für ihre einfachen diagnostischen Zwecke.

Liebig hatte leichte Methoden zur Bestimmung der wichtigsten Harnbestandth schaffen, die sich von Jedem, der auch sonst keine chemische Ausbildung besitzt, mi Aufmerksamkeit erlernen und ausführen lassen. Zu den Liebig'schen kamen bald fü Stoffe ähnlich leicht ausführbare analytische Methoden hinzu. Nun glaubte sich Je rechtigt, bei der quantitativen chemischen Untersuchung des Harnes selbst mit Han legen. Was man bestimmte, wurde auch veröffentlicht. So entstand ein Wust von schen Harn-Untersuchungen.

Es ging eine Reihe wichtiger Untersuchungen in diesem Gebiete aus berufenen hervor. Die überwiegende Mehrzahl der Untersuchungen aber verleugnete nicht Verständniss dessen, was man mit chemischen Untersuchungen erreichen kann, son gar eine verständige Fragestellung an die Natur, eine Berücksichtigung der physiol Verhältnisse, die ja durch die Störungen einzelner Organfunctionen, wie sie in Kra sich finden, im Principe nicht verändert werden.

Man hoffte, es würde sich für jedes Krankheitsbild auch eine bestimmte Qua Harnes auffinden lassen, so dass die Diagnose direct aus der Harnanalyse sich ergebe

nur nöthig zu sein, den Harn von Kranken, die an genau diagnosticirten Krankhei-
zu untersuchen, um ein Normalschema der Zusammensetzung des Harnes für die
e Krankheitsform aufstellen zu können.

Allem waren es quantitative procentische Bestimmungen einzelner, nor-
nbestandtheile, die man unternahm. Aber man vergass dabei nur zu oft, dass es
eck haben kann, aus einer unbekannt grossen Stoffmenge eine Quantität heraus-
und nun in dieser Portion mit mehr oder weniger Genauigkeit einzelne Bestand-
ntitativ zu bestimmen. Man kann daraus durchaus keinen Schluss, wie man es doch
auf Vermehrung oder Verminderung der bestimmten Stoffe durch den Krankheits-
ehen. Quantitative Bestimmungen, welche selbstverständlich nur eine Vermehrung,
rung oder ein Gleichbleiben der Ausscheidungsmengen ergeben können, haben nur
utung, wenn sie sich nicht nur auf einen grösseren Zeitabschnitt (meist 24 Stun-
hen, sondern auch diesen mit anderen ebenso grossen Zeitabschnitten verglei-
ass hierbei alle Sorgfalt auf die Bestimmung der Gesammtharnquantität für die
ungsperiode zu verwenden ist, versteht sich von selbst. Nur wenn die Gesammt-
e vollkommen richtig bestimmt ist, wenn davon Nichts verloren gegangen ist, hat
itative Analyse möglicher Weise einen Werth.

laubte aus der procentischen Zusammensetzung des Harns Schlüsse ziehen
. Es ist das vollkommen unmöglich. Die grossen oben dargelegten Verschieden-
ler Wasserabgabe durch Haut und Nieren, die bei sonst gleichbleibenden inneren
sen den Concentrationsgrad des Harnes auf das Wesentlichste verändern können,
le derartigen Versuche illusorisch. Man kann durch unzählige Beispiele nachweisen,
procentische Gehalt des Harnes an einem Stoffe meist gar keinen Aufschluss über
eidungsgrösse ergibt, dass eine Abnahme des Procentgehaltes in unzähligen Fällen
mit einer Steigerung in der Gesammtausscheidungsquantität verbunden ist. Wir
. gesehen, dass durch Wassertrinken die Menge des in 24 Stunden aus dem Körper
Nieren austretenden Harnstoffs und Kochsalzes gemehrt werden kann. Der Harn,
ausgeschieden wird, ist oft ungemein verdünnt, so dass die alleinige Berücksichti-
procentischen Zusammensetzung trotz der absoluten Vermehrung in den Ausschei-
ne sehr bedeutende Verminderung ergeben würde.

schon der Forderung der exakten Aufsammlung der Gesammtmenge des Harns
ängere Zeitperiode bei Kranken nur mit grosser Mühe zu genügen ist, so tritt dem
quantitativen Harnanalysen in der dazu nothwendigen Regulirung der Nah-
e kaum zu überwindende Schwierigkeit entgegen. Die Physiologie lehrt uns, dass
täten der in einer bestimmten grösseren Zeit im Harn ausgeschiedenen Stoffe vor
der während derselben Zeit aufgenommenen Nahrung abhängig seien. Es ent-
in normalen Körperverhältnissen die Ausscheidungsquantitäten der Nahrungsmenge;
bei gerade genügender Nahrungszufuhr einen Gleichgewichtszustand in den Auf-
nd Ausscheidungen, z. B. des Stickstoffs, eintreten. Dann ist die Menge der im
geschiedenen Stoffe allein abhängig von der Nahrung: Stickstoffgleichge-
OIT).

ähnliche Abhängigkeit von der Nahrung zeigen die Ausscheidungen im Harne auch
ehr indirecten Weise. Die Untersuchungen haben mit aller Sicherheit ergeben, dass
tät der Körperausscheidungen, ganz abgesehen von Nahrungsaufnahme (im Hunger-
während der Versuchsperiode selbst, abhängig sei von der vorausgegangenen Er-
veise. Je reicher die Nahrung vorher war, desto reicher zeigt sich auch der Harn in
eit. Alle die tausendfältig, bei jedem Einzelnen wieder verschiedenen, ewig wech-
örperzustände, die wir durch die Nahrungsverhältnisse bedingt sahen, sind von Ein-
ie Harnausscheidung. Wir wissen, dass die verschiedensten Nahrungssätze je nach
iedensten Körperzuständen der Essenden für die Erhaltung des Körpers die gleiche
ervorbringen können, während wir andererseits ebenso häufig sehen, dass gleiche
edingungen bei verschiedenen Individuen zu den abweichendsten Resultaten in Be-

ziehung auf ihren Körper und damit auf die Harnausscheidung führen. Diese Einflüsse d Nahrung auf die Harnbildung zeigen sich so mächtig, dass man beinahe zweifeln könnte, o quantitative Harnanalysen in Krankheiten irgend welche Aufschlüsse ergeben können. Es i in der Ueberzahl der Fälle — in Spitälern nicht weniger wie in der Privatpraxis — gerad unausführbar, die Krankennahrung so zu regeln, dass sich der Arzt mit der Sicherheit, wi sie zu einer quantitativen Vergleichung nöthig ist, von ihrer chemischen Zusammensetz Rechenschaft geben könnte.

Wenn man aus einem Mehr oder Minder in der Harnausscheidung Schlüsse auf die St verbrauchsverhältnisse im Organismus ziehen will, muss man als erste Bedingung die Qu titäten der eingeführten Stoffe nicht nur approximativ kennen. Und Jeder, der es versu wird finden, wie ungemein schwierig eine genaue chemische Regulirung der Nahrung sc bei Gesunden ist. Um zu erfahren, welche Stoffe und welche Quantitäten davon aufgeno worden sind, genügt es, wie ich gezeigt habe, in den meisten Fällen nicht, nach der Zu reitung der Speisen diese der genauesten chemischen Analyse zu unterwerfen. Die Qu täten der festen Nahrungsstoffe, die man zu einer Analyse verwenden kann, sind relativ klein, dass wir auch aus mehreren Analysen, geschweige denn aus einer, keine irgend bra bare Mittelzahl erhalten können, da die verschiedenen Schichten derselben Speise ver der Zubereitungsweise sehr verschiedene chemische Zusammensetzung erkennen lassen. dem Brote leuchtet es ein, dass die Rinde, welche an einer Stelle mehr, an einer and weniger bei dem Processe des Backens verändert worden ist, jeder genauen Durchschn bestimmung ihrer Zusammensetzung trotzen wird. Bei dem gebratenen Fleische ist der F gehalt in den äusseren Partien von dem in den inneren um mehrere Procente verschie natürlich ebenso der Stickstoffgehalt, wie mir directe Untersuchungen ergeben haben. Ä lich ist es fast bei allen Speisen. Es muss also, wenn die Nahrung geregelt werden soll, all den Cautelen verfahren werden, wie sie bei den Ernährungsversuchen namhaft gem worden sind. Das zur Nahrung verwendete magere Fleisch muss auch hier frisch mit Scheere von jedem sichtbaren Fettpartikelchen befreit werden, damit seine Zusammenset möglichst konstant ist: alle zur Zubereitung verwendeten Zuthaten, Salz, Fett, Gemüse, O Brot etc., verlangen die genaueste chemische Analyse. Die Zubereitung muss, damit Ni verloren geht (z. B. in den Kochgeschirren anhaften bleibt), von dem Untersuchenden se geleitet werden. Und schliesslich muss der zu Ernährende das Gekochte vollkommen essen, wenn der Rest nicht einer neuen chemischen Analyse unterworfen werden soll. stellen sich also den quantitativen Harnbestimmungen zu ärztlichen Zwecken Hinder über Hindernisse in den Weg, welche, so wie die Sachen stehen, in den meisten Fällen ü überwindbar scheinen.

Doch gibt es ein Verfahren, welches den aus der Ernährungsve hervorgehenden Theil der Schwierigkeiten leichter vermeiden läs Der Arzt kann mit Aussicht auf Erfolg quantitative Harnanalysen besten an ganz oder nahezu hungernden Individuen vornehmen. V Körperzustände bei Kranken geben dazu einfache Gelegenheit, da ja so häufig alle Nahr verweigert wird.

In anderen Fällen kann durch Darreichung flüssiger oder breiiger Nahrungsmittel, verhältnissmässig leichter chemisch zu untersuchen sind, die Aufgabe wesentlich erleic werden. Alles, was flüssig oder breiig gereicht werden kann, erlaubt nach sorgfält Mischung eine Durchschnittsanalyse, die auch einen etwa nicht genossenen Rest leicht seiner chemischen Zusammensetzung berechnen lässt. Immerhin bleiben auch dann de grosse Bedenken, welche eine quantitative Harnanalyse nur bei ganz scharfer Fragest lung, bei genauer Ueberlegung, was sie leisten soll und kann, mit all Rücksicht auf das bekannte schwankende Verhalten der physiologisch Harnausscheidung von erkennbarem Nutzen für den Arzt erscheinen lassen.

Für den Arzt erscheinen die quantitativen Harnbestimmungen meist n

geringer Bedeutung, von grosser aber die qualitativen. Sie stellen auf den Boden der alten Harninspection, welcher, so viel Schwindel hervorgerufen hat, ein sehr bedeutender, diagnostischer Werth nicht abprochen werden kann.

Der Harn zeigt bei verschiedenen Körperzuständen gewisse Veränderun-1, welche letztere uns sicher bestimmte und oft ganz unentbehrliche Anhaltsnkte zur Erkennung des ersteren liefern können. Manche Gesammt- und kalleiden des Organismus sind geradezu mit Sicherheit nur aus der Unterchung des Harnes zu erkennen.

Ausser den oben genannten normalen Bestandtheilen enthält der Harn in ankheiten, abgesehen von medicamentösen Veränderungen, noch eine Reihe derer Stoffe, wie: Albumin, Fibrin, Blutfarbstoff, Gallenfarboffe, Gallensäuren, Leucin, Tyrosin, Cystin, Zucker (Inosit), ette. Die Farbe, der Geruch, das specifische Gewicht des Harnes nnen Veränderungen zeigen, welche gewisse Schlüsse auf Körperzustände statten. Es können sich Niederschläge (Sedimente), Zumischung ganisirter Stoffe in dem Harne vorfinden.

Die Ansicht, dass den einzelnen Krankheitsformen eine bestimmte, für diebe charakteristische Beschaffenheit des Harns entspreche, gilt nur für dieigen Krankheiten, welche gerade von einer bestimmten Veränderung des rmalen Verhaltens des Harnes ihre Bezeichnung entlehnen. Natürlich muss B. bei Albuminurie der Harn Eiweiss enthalten, bei Hämaturie Blut, in r Zuckerharnruhr (Glycosurie oder Diabetes mellitus) Zucker. In anderen ankheiten, wie bei Typhus, Pneumonie etc., ergibt der Harn an sich bis jetzt n charakteristisches Zeichen für die Erkennung des Krankheitsprocesses bst, dagegen können gewisse Complicationen der Krankheit verändernd auf n Harn einwirken.

Häufig vermag die qualitative Harnuntersuchung dem Arzt ganz specielle fschlüsse zu ertheilen, die besonders dann von Werth sein werden, wenn es h um Behandlung Abwesender handelt. Man kann häufig schon aus n blossen Ansehen erkennen, dass ein Kranker kein Fieber hat. Der Geeh des Harnes und seine Farbe verrathen gewisse Speisen oder Arzneien, die r Kranke zu sich genommen hat: Spargel, Terpentinöl (veilchenartig), abarber etc. Samenfäden im Harne rühren meist von einer Pollution er einem Coitus her; während der Menstruation enthält der Harn der Frauen utkörperchen in ziemlicher Menge etc.

Geben wir etwas näher mit Benutzung der Arbeiten von LIEBIG, GORUP-BESANEZ, J. VOGEL, ...-SEYLER. NEUBAUER, C. VOIT u. A. auf einige wichtige Veränderungen des Harnes ein. In der Folge angeführten Titrirflüssigkeiten sind in vielen chemischen Fabriken (in ...chen in der chemischen Fabrik von KARL BUCHNER) käuflich.

Harnfarbe (cf. S. 88). Die normale gelbe Farbe des Harns wechselt unter verschie...en Umständen vom fast Farblosen bis zum Rothen und Rothbraunen. Die farblosen Harne ...en auf eine sehr bedeutende allgemeine Verdünnung mit sehr geringem specifischem Ge...hte, wie sie z. B. durch übermässiges Wassertrinken (Wassercuren) erzeugt werden kann. ... Krankheitszeichen findet sich ein fast farbloser Harn bei Zuckerharnruhr, hier aber mit ...em specifischem Gewichte verbunden. Dunkle Färbung zeigen concentrirte Harne, z. B. ...h Mahlzeiten, starken Bewegungen mit viel Schweiss und wenig Getränk. Sie setzen meist

bei dem Erkalten ein Sediment ab. Der Arzt nennt sie »hochgestellt«, sie sind charak ristisch für fieberhafte Erkrankungen. Blasser Harn schliesst mit fast absolu Sicherheit eine heftigere acute, fieberhafte Krankheit aus.

Die Harnfarbe kann durch Blutfarbstoff verändert werden. Je nachdem mehr od weniger Blut im Harne enthalten ist, wird die Farbe gelbroth, blutroth, braun bis schwa Der Nachweis des Blutes geschieht vor Allem mit dem Mikroskop, welches Blutkörperch mehr oder weniger verändert nachweist (cf. unten S. 591, 592). Bluthaltiger Harn ist au stets eiweisshaltig.

Die Gallefarbstoffe färben den Harn gelbgrün, braungrün, gelbbraun. Um sie nach zuweisen, benutzt man die GMELIN'sche Probe. Man bringt in ein Proberöhrchen von de Harne herein und setzt nun vorsichtig rauchende, concentrirte Salpetersäure zu. Man lä sie in das geneigte Probegläschen an der Wand hinabfliessen, so dass sich Harn und Salpet säuren nicht mischen. Die schwerere Salpetersäure sinkt auf den Boden des Glases. An d Berührungsstelle des Harns mit der Säure bilden sich die bei dem Gallenfarbstoff beschr benen Regenbogenfarben. Nach der BRÜCKE-FLEISCHEL'schen Modification der Gallenfa stoffprobe setzt man zu der betreffenden Flüssigkeit in dem Probirgläschen eine concentri Lösung von salpetersaurem Natron (Chilisalpeter), und lässt in der eben für die Salpeters angegebenen vorsichtigen Weise concentrirte Schwefelsäure auf den Boden des Probirgl chens fliessen. Die Reaction ist schärfer, andauernder, die Farben schön geschichtet. Lä man auf gallenfarbstoffhaltigen Harn in einem Probirröhrchen einige Tropfen Jodtinkt vorsichtig auffliessen, so tritt eine Grünfärbung an der Berührungszone ein; andere Harnfa stoffe geben diese Reaction nicht (W. G. SMITH). Der Schaum des gallenfarbstoffhaltigen Ha ist gelb gefärbt. Ein eingetauchtes weisses Filtrirpapier, das genässte Hemd, färbt si bei einiger Intensität der Gallenbeimischung gelb. Gallenfarbstoff kommt im Harne nament bei Verschluss der Gallenwege in den Darm (Icterus) vor. Meist fehlen die Gallensäur neben dem Farbstoffe nicht. Die PETTENKOFER'sche Probe, welche auf der Rothfärbung gallensäurehaltigen Flüssigkeit bei Zusatz von Rohrzucker und concentrirter Sch felsäure beruht, gelingt im frischen Harn nur selten, öfter im eingedampften. Um die Gall säuren sicher nachzuweisen, verdampft man im Wasserbade eine Portion Harn bis fast Trockne und zieht den Rückstand mit Alkohol aus. Den alkoholischen Extrakt lässt wieder verdampfen, löst den Rückstand in wenig Wasser und bringt ihn für die PETTENKO sche Probe in ein Probirröhrchen. Nun setzt man 2—3 Tropfen Zuckerlösung (1 Theil R zucker auf 4 Theile Wasser) und darauf reine, concentrirte Schwefelsäure zu. Die Flüssig wird nach einiger Zeit (Schütteln) kirschroth, später purpurviolett. Man kann auch von d trocknen Weingeistextrakt auf einem Porzellanscherben eine kleine Probe mit einem Tr chen Zuckerlösung und verdünnter Schwefelsäure zusammenreiben und nun auf einer m lichst kleinen Flamme bei ganz niedriger Temperatur, unter fortwährendem Anblasen u Wegnehmen von der Flamme, abdampfen. Die eingedampfte Masse wird dann schön purpu roth (NEUKOMM).

In manchen Harnen bildet sich beim Stehen hier und da ein blauer Niederschlag, inde aus dem farblosen Indican Indigo wird. Bei Gesunden und Kranken lässt sich ö durch concentrirte Salzsäure und Chlorkalk aus dem Harn der blaue Farbstoff in reichlic Menge fällen. Der Harn wird dann zuerst röthlich violett, später blau, grün. SENATOR misc den zu prüfenden Harn mit der gleichen Menge rauchender Salzsäure (10—15 cc), fügt d tropfenweise bis zur vollständig eingetretenen Blaufärbung eine concentrirte Chlorkalklö zu und schüttelt mit Chloroform, welches den frisch entstandenen Indigo rasch aufni und absetzt. Man kann so die Indigomengen vergleichen. Bei Nierenkrankheiten (Mor Brightii) soll dieser Farbstoff in grösserer Menge vorkommen und sich auch freiwillig a setzen. Die Behauptung WOLFFBERG's, dass Salicyl- und Benzoësäure sich im Körper in digo umwandeln, widerlegte JAFFÉ. Nach JAFFÉ entsteht das Indican aus dem bei d Pankreasverdauung der Eiweissstoffe auftretenden Indol durch Paarung mit einer zuck ähnlichen Substanz. Das meiste Indol wird mit den Exkrementen entleert, ist die Entleer

ben behindert, wie bei allen Leiden, welche eine Unwegsamkeit des Dünndarms herbei-
ı, so erscheint die Indicanausscheidung beträchtlich vermehrt, so am beträchtlichsten
ɜus und Peritonitis, aber auch bei gewissen, namentlich von Dünndarmaffectionen her-
nden Durchfällen: Brechdurchfällen, Typhusdurchfällen etc., nach SENATOR vorzüglich
ıronischen Inanitions- und Consumptionszuständen durch Verdauungsbehinderungen.

Eiweiss im Harne. Ist Blut im Harne nachzuweisen, so muss sich auch Eiweiss in ihm
ıden lassen. Bei abnorm gesteigertem Blutdruck findet sich öfters Eiweiss im Harn. Bei
ankungen der Nieren, welche zu einer Abstossung der Epithelien der Harncanälchen
ɜn, besitzt der Harn stets einen mehr oder weniger beträchtlichen Eiweissgehalt. Aus
durch das Abstossen der Epithelzellen nun nackten Stroma sickert aus den geöffneten
ngen der Lymphgefässe direct eiweisshaltige Lymphe aus, die sich dem Harne beimischt.
Anwesenheit der Epithelien in den gesunden Harncanälchen ist der Hauptgrund, warum
lem Blute, welches in die Glomeruli eintritt, kein Eiweiss in den Harn austreten kann.
die Zellen entfernt, so tritt aus dem Blute mit den übrigen Stoffen auch Eiweiss in die
enausscheidung herein. Blut mit Blutkörperchen gelangt in den Harn durch Ge-
ɜerreissung. Es versteht sich von selbst, dass diese Gefässzerreissung, wenn wir Blut
Iarne finden, nicht in den Nieren selbst stattgefunden haben muss. Das Blut kann sich
lem ganzen Wege, den der Harn zu durchlaufen hat, diesem mittheilen. Das Vorkommen
Menstrualblut im Harne zeigt, dass auch an der Harnröhrenmündung selbst noch eine
he Beimischung stattfinden kann. EICHHORST fand den Harn eiweisshaltig nach Injection
Hühnereiweiss in den Dickdarm

Zum Nachweis des Eiweisses erhitzt man eine kleine Menge des Harnes im Probe-
chen, ohne Weiteres, wenn der Harn schon sauer reagirt, oder nach schwachem An-
ɜrn mit einem Tröpfchen verdünnter Essigsäure bei alkalischer oder neutraler Reaction,
Kochen. Enthält der Harn Eiweiss, so entsteht (bei 70°) ein Coagulum oder eine mehr
r weniger dichte, flockige, weisse Trübung, welche auf Zusatz von Salzsäure
ht verschwindet. Verschwindet dabei der Niederschlag, was in alkalischem oder
tralem Harne geschehen kann, so bestand er nicht aus Eiweiss, sondern aus phosphor-
ɜn Erden. Bei dem Ansäuern des Harnes zum Zweck der Albuminbestimmung hat man
sorgfältig vor einem Ueberschuss von Essigsäure zu hüten, da diese in der Wärme das
min zu lösen vermag. Spuren von Eiweiss weist man am besten durch Erwärmen nach
tz von wenig Essigsäure und einigen Cubikcentimetern concentrirter Lösung von Kochsalz
r Magnesia sulfurica nach (SALKOWSKI, HEYNSIUS), da in salzreichen Flüssigkeiten das Ei-
ss leichter gerinnt. In einer eiweisshaltigen Flüssigkeit, also auch im Harne, erzeugt
lpetersäure einen flockigen, weissen Niederschlag, der sich in sehr viel Wasser wieder
t. Neben dem Kochen ist auch diese Probe auf Eiweiss stets anzustellen. Die meisten
llsalze, auch Alaun, bewirken in Eiweisslösungen Niederschläge. Um die Anwesenheit
Eiweisses nachzuweisen, kann man auch die Fällung mit Sublimat (Quecksilberchlorid)
venden.

In manchen Fällen kann es wünschenswerth sein, nachzuweisen, ob das Eiweiss aus
gelösten Blutkörperchen stammt. Die Harnfarbe muss dann auf Blut deuten. Das
ssgerinnsel in solchen Harnen ist dann meist rothbraun, oder röthlich gefärbt. Kocht
dieses Coagulum mit schwefelsäurehaltigem Alkohol, so wird derselbe durch Aufnahme
Blutfarbstoff roth oder rothbraun gefärbt. Auch das Spektroskop (S. 409) kann hier Auf-
luss geben. Solche Harne finden sich bisweilen bei Scorbut, putriden, typhösen Fiebern,
bösartigen Wechselfiebern, nach Einathmung von Arsenwasserstoffgas und, wie BAMBERGER
igt hat, nach Schwefelsäurevergiftung, alles Krankheiten, bei denen ein massenhafter Zer-
von Blutkörperchen (Blutdissolution) stattfindet: Haemoglobinurie.

Auch Beimischung von Eiter macht den Harn albuminhaltig.

Es versteht sich darnach von selbst, dass jeder Nachweis von Eiweiss im Harne eine
troskopische Untersuchung, welche Rechenschaft über die Quellen dieser ab-
men Zumischung ergeben soll, erfordert.

Wenn viel Blut im Harne enthalten ist, so wird sich in ihm auch Faserstoff o(fibrinogene Substanz finden. Die Blutcoagula sind so charakteristisch, dass auch mit freiem Auge nicht verkennen lassen. Manchmal sind die Blutcoagula bei Bl in die Harnwege so mächtig, dass sie letztere verstopfen. Findet die Gerinnung in de leitern statt, so können wurmförmige, lange Coagula, die man schon fälschlich für genommen hat, mit dem Harne entleert werden. Weiter unten werden wir noch skopische Faserstoffcylinder im Harne kennen lernen. In manchen Fällen scheidet Faserstoff erst nach einigen Stunden Stehen aus. Selten — in tropischen Gegenden (nach RAYER auf Isle de France) — kommt ein coagulabler Harn ohne Bluteinmisch Die Zumischung der Fibringeneratoren stammt aus einem Transsudat, das sich ab weise in den Harn ergossen hat (Lymphe cf. oben).

Pepton ist als normaler Bestandtheil des Harns mehrfach angegeben. E. findet es im Allgemeinen nicht konstant, dagegen regelmässig bei allen Eiterungskran wenn die Eiteransammlung eine bedeutendere war: bei Pleuro- und Peritonealex Congestivabscessen, Bronchoblennorrhoe, im Lösungsstadium der croupösen Pne Eiter enthält nach F. HOFMEISTER konstant Pepton (pneumonische Sputa nicl MAIXNER); Blut, Ascitesflüssigkeit, frische Milch enthalten kein Pepton, in Milch ist dagegen Pepton enthalten.

Ein Eiweissgehalt des Harnes hindert die chemische Bestimmu derer Stoffe. Eiweisshaltiger Harn muss zu fast allen Bestimmungen zuerst vo Eiweiss befreit werden. Man coagulirt dazu dasselbe und filtrirt es ab. Der filtri wird dann etwaigen anderen chemischen Proceduren unterworfen.

Für den quantitativen chemischen Nachweis des Eiweisses wir das durch Kochen des sauren Harns erhaltene Eiweissgerinsel auf einem bei 100° C. neten aschefreien Filter abfiltrirt, vollkommen ausgewaschen, bei 100° getrocknet wogen. Die Berechnung der Resultate cf. bei Harnsäure.

Quantitative optische Eiweissprobe nach VOGEL. Ihr System entspricht de schen Milchprobe (cf. S. 167). Eine von suspendirten Eiweisstheilchen trübe Flüssigl soweit mit Wasser verdünnt, bis sie in einer Schicht von bestimmter, gleichbleibend eben undurchsichtig geworden ist. Hat man ein für alle Male den Procentgehalt der keit an suspendirten Theilchen bis zu diesem Grenzpunkt für die verwendete Schich bestimmt, so kann man in der Folge aus der optischen Probe direct den Procentge Harns an Eiweiss, und aus der Gesammtharnmenge die absolute Quantität desselben be Die Methode lässt sich für alle Flüssigkeiten mit gleichmässiger Trübung verwenden, auch eine solche bei genügend verdünntem saurem Harn nach dem Kochen fin Hauptapparat zur Eiweissprobe ist der Trog, ein viereckiges, 7 cm langes und ebens Eisenblech, das zu einer Rinne zusammengebogen ist, deren Ränder sich bis auf 1 cm Vorne und hinten ist dieser Blechtrog mit keilförmigen Gläschen verschlossen, parallel gestellt sind und genau 6,5 cm von einander abstehen. Die Rinne ruht a zweckmässigen Fuss zum Stellen und Halten. Ausserdem bedarf man noch einer fe pette von 10 cc Inhalt, in 0,1 cc getheilt, zum Abmessen des Harns, und ein Messg 100 cc, dann noch Proberöhrchen, Lampe, Kerze. Hat man die Gesammtmenge, das sche Gewicht und die Reaktion des Harns bestimmt, so misst man mit der feinen Pi nächst 6 cc Harn in das Messgefäss, verdünnt mit destillirtem Wasser bis zur Marke und schüttelt die Flüssigkeit gut durch, was am besten durch mehrmaliges Umgie reicht wird. Von dieser Verdünnung kocht man (5—6 cc) in einem Proberöhrchen m auf, und kühlt Rohr und Flüssigkeit in kaltem Wasser ab. Von der abgekühlte giesst man in den Trog, und visirt nun mit einem Auge durch die Flüssigkeitsschic der Flamme einer an einem dunklen Orte (Ecke) des Zimmers aufgestellten Stear Ist der Lichtkegel noch sichtbar, so hat man eine neue Probe ganz wie die erste, a etwas mehr Harn zu machen; ist das Licht schon bei der ersten Probe versch

hat man umgekehrt eine neue Probe mit weniger Harn anzustellen. Durch mehrfache ben findet man so die Harnmenge, bei welcher auf 100 cc verdünnt der Lichtkegel n nicht mehr sichtbar ist. Hat man z. B. bei einer 24stündigen Harnmenge von 2600 cc, 9 cc rn zur Vollendung der Probe verbraucht, so dividirt man mit dieser Zahl 9 in 2,3553, der rch vielfältige Versuche bestimmten Zahl für die absolute Eiweissmenge, welche in der rbrauchten Harnmenge vorhanden sein muss, um die Schlussreaktion herbeizuführen. Die fundene Grösse (0,2617) gibt die procentische Eiweissmenge des untersuchten Harnes an. n die absolute Quantität des in 24 Stunden ausgeschiedenen Eiweisses zu berechnen, mulplicirt man die Zahl für die procentische Eiweissmenge (in unserem Beispiel 0,2617) mit r Zahl der im Tage entleerten Cubikcentimeter Harn (nach unserer Annahme 2600 cc), und ividirt mit 100. Die Rechnung ist also folgende:

$$\frac{2,3553}{9} \times \frac{2600}{100} = 6,8042 \text{ Gramm Eiweiss.}$$

ie Resultate sind sehr genau und bei einiger Uebung rasch zu erlangen. C. Waibel bestimmte in meinem Laboratorium bei Albuminurie 24stündige Eiweissmengen von 6,0 Gramm is 0,21 Gramm.

Die beliebte klinische Schätzungsmethode der Eiweissmenge, bei der man an aus einer annähernd gleichen, im Proberöhrchen geschätzten Harnmenge an verschiedenen Tagen beim Kochen niederfallenden Eiweissabsatz schätzend vergleicht, gibt zu den en schon gedachten Irrthümern Veranlassung. Der Eiweissniederschlag in der Probe kann ute massiger sein, als den Tag vorher, und die Gesammteiweissmenge hat nichts destoeniger abgenommen, da die ausgeschiedene Harnmenge noch bedeutender als das Eiweiss rmindert ist; das Gleiche gilt im umgekehrten Fall.

Esbach empfiehlt die Fällung des Eiweisses durch **Pikrinsäure.** Die Höhe des ederschlags wird gemessen, oder die Trübung durch Wasserzusatz nach dem Vogel'schen incip bestimmt.

Die Vogel'sche optische Eiweissbestimmung gibt auch brauchbare Resultate bei anderen imalen eiweisshaltigen Flüssigkeiten, wenn es gelingt, die Eiweissmenge vollmen zur flockigen Ausscheidung zu bringen. Zu diesem Zweck müssen diese Flüssigten meist sehr stark mit Wasser verdünnt, mit Essigsäure angesäuert und ihnen dann vor r Fällung durch Kochen noch einige Cubikcentimeter concentrirte Kochsalzlösung oder wefelsaure Magnesia zugesetzt werden (cf. oben).

Der Circumpolarisationsapparat und seine Anwendung. — Eine optische Eiissbestimmung und Zuckerbestimmung gestattet die Verwendung des Polarisasapparates. Gewisse organische Stoffe, meist von hohem Molekulargewicht, haben in ung bekanntlich die Eigenschaft, die Polarisationsebene des Lichtes zu drehen, und zwar eder nach rechts, rechtsdrehende, oder nach links, linksdrehende Stoffe. Nicht drehende fe heissen optisch inaktiv. Das »specifische Drehungsvermögen« der »optisch aktiven« e ist eine feste Grösse. Man versteht darunter die Drehung, welche 1 Gramm Substanz 1 cc Flüssigkeit gelöst bei 1 Decimeter Länge der Röhre für gelbes Licht bewirkt. Das ampolarisationsvermögen einer Lösung ist dem Inhalte derselben an polarisirender Subz gerade proportional, wodurch die Bestimmung des Drehungsvermögens einer Lösung, einen uns bekannten optisch aktiven Stoff enthält, Aufschluss über die Menge dieses Stoffes der Lösung gibt. Der Mitscherlich'sche Apparat ist der in Laboratorien gechlichste. Genauere Resultate gibt der Wentzke-Soleil'sche Apparat. Der erstere tzt auf einem Stative ein feststehendes Nicol'sches Prisma, dahinter eine planconvexe Glas. In entsprechender Entfernung, so dass man eine mit der zu untersuchenden Flüssiggefüllte Röhre dazwischen legen kann, befindet sich ein drehbares Nicol'sches Prisma in Centrum eines in Grade getheilten Kreises, in welchem es mittelst eines Griffes um seine gedreht werden kann; ein am Prisma angebrachter Zeiger mit Nonius lässt die Drehung Prisma am Theilkreise ablesen.

Zur Ausführung der Beobachtung richtet man das erstgenannte Prisma des leeren Appa-

rates gegen eine dicht davorstehende helle Petroleumlampe im verdunkelten Zim blickt durch das zweite im Theilkreis befindliche Prisma, dessen Zeiger auf 0° steht, Flamme. Bei richtiger Einstellung (bei 0° und 180°) trennt ein vertikaler schwarzer erhellte Gesichtsfeld in zwei Theile. Man legt nun die mit der zu prüfenden Flüss füllte Röhre, die in der Mitte eine Eingussöffnung besitzt und an beiden Enden mit zum Zwecke der Reinigung abschraubbaren Glasplättchen geschlossen ist, in den Rö zwischen die beiden Nicols. Ist der schwarze Streifen noch unverrückt vorhanden Flüssigkeit inaktiv, ist er bei Anwesenheit einer aktiven Substanz verschoben oder v den, so dreht man an dem Zeiger, wobei nun farbiges Licht in bestimmter Reihe tritt, entweder bis der schwarze Streifen, wenn er noch vorhanden ist, wieder in s Stellung sich befindet, wobei dann auf seiner einen Seite rothes, auf der anderen S Licht sich zeigt, oder, wenn der schwarze Streifen ganz verschwunden ist, bis gen Hälfte des Gesichtsfeldes roth, die andere blau ist. Nun liest man die Zeigerstellu die specifische Drehung der gelösten Substanz (z. B. bei Zucker + 56 und bei Se — 56) bekannt, so ist die Berechnung der Resultate sehr einfach. Ist α die beobach abgelesene Drehung und a die bekannte specifische Drehung (z. B. 56) und l die Rö so ist $p = \frac{\alpha}{a \cdot l}$, wo p das Gewicht des drehenden Stoffes in Gramm in 1 Cubcm. ausdrückt. Die zu untersuchende Flüssigkeit muss möglichst klar und unge Die Ausführung der Beobachtung im Harn bei Eiweiss und Zucker ergibt sich au sagten. Zur Berechnung auf 24 Stunden hat man das optische Resultat einfach mit menge, in Cubikcentimetern ausgedrückt, zu multipliciren. Bestimmt man Zucker man dabei an dem Griff das Probe-Nicol von 0° nach rechts, bei Eiweiss von 0° na

Zucker im Harne. Der Harn soll Traubenzucker schon im normalen Zu Organismus in geringen Spuren enthalten (Brücke), was J. Seegen und Külz leugn dagegen bestätigt haben will. Eichhorst, de Sinéty u. A. fanden relativ beträchtliche mengen im Harne von Säuglingen bei Milchnahrung, bei Hunden nach Milchinjec Dickdarm, auch im Harne säugender Thiere und Menschen. Bei säugenden A. Hempel den Zucker gleichzeitig mit dem Eintritt stärkerer Sekretion der Milch treten. Bei längerer Stauung des Sekrets in den Drüsen steigt die Zuckermenge im Maximum fand er in 24 Stunden in 1260 cc Harn 17,2 Gramm Zucker. W. Jo findet, dass das Auftreten von Zucker im Harne nur bei einer relativ geringen stillenden Müttern (in 4 Fällen unter 25) auftritt, auch er fand die Stauung der Mi Drüsen hierbei als wirksamste Ursache.

In dem pathologischen Zustande des Diabetes mellitus oder der Zuck ruhr findet sich eine so gesteigerte Zuckermenge im Harne, dass der Zuckernach Schwierigkeit für einen einigermassen Geübten besitzt. Nur, wenn der Zucker leicht nachweisbar ist, ist er für den Arzt von Bedeutung.

Der Verdacht auf einen Zuckergehalt des Harnes entsteht, wenn der Harn in se Massen und sehr wenig gefärbt entleert wird, und trotzdem ein höheres specifisch besitzt, als seine scheinbare Verdünnung vermuthen liesse (1028—1030 und mehr)

Füllt man in ein enges Proberöhrchen von dem auf Zucker zu prüfenden Har Natronlauge zu, schüttelt, um beide zu mischen, und erhitzt nun den oberen Mischung, so färbt sich dieser bei Gegenwart von Zucker rothbraun (Maas'sche

Um die Trommer'sche Probe zu machen (cf. S. 81), versetzt man Harn in ein röhrchen mit etwas Natronlauge und setzt nun vorsichtig eine geringe Menge verdünnten Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd zu, bis eben eine ganz gerin Trübung in der Mischung eintritt, die sich trotz der starken Verdünnung der Ku schön blau färbt. Bei geringen Zuckermengen ist es besser, nur eine so gerin quantität zuzusetzen, dass noch keine Trübung deutlich wird. Erwärmt man die so wird sie zuerst an der Oberfläche missfarbig, dann gelb, später setzt sich ein sc Niederschlag von reducirtem Kupferoxydul ab.

Bei der Böttcher'schen Probe setzt man zu dem Harn in der Proberöhre eine kleine Messerspitze von dem officinellen basisch salpetersauren Wismuthoxyd (Magisterium Bismuthi), alsdann eine reichliche Menge concentrirter Lösung von kohlensaurem Natron oder etwas Aetzkalilauge und erhitzt längere Zeit anhaltend zum Sieden. Bei der Anwesenheit von Traubenzucker färbt sich das zugesetzte Wismuthsalz grau und endlich schwarz durch Reduktion des Wismuthoxyds.

Verdampft man einige Tropfen eines zuckerhaltigen Harnes bei 100° C. zur Trockne und befeuchtet den Rückstand mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure und dampft wieder ab (auf einem Porzellanscherben), so entsteht ein intensiv schwarzer Fleck.

Bringt man zuckerhaltigen Harn mit Hefe zusammen, so wird, besonders rasch in einer mittleren Temperatur von 20—25° C., eine Gährung eintreten, welche Alkohol liefert. Man bringt in ein mit Quecksilber gefülltes, in Quecksilber umgestürztes, oben zugeschmolzenes Glasröhr (Proberöhrchen) mittelst einer hakenförmig gebogenen, vorne zu einer feineren Spitze ausgezogenen Glasröhre (Pipette) etwas von dem zuckerhaltigen Harne, den man mit wenig Hefe versetzt hat. Bei gewöhnlicher Zimmertemperatur zeigt sich bald Gasentwickelung (Kohlensäure). Lässt man in die Flüssigkeit mittelst einer gleichen Pipette etwas Kalilauge aufsteigen, so wird das entwickelte Gas vollständig absorbirt.

Ist der Harn so arm an Zucker, dass dessen Nachweis mit den genannten Proben nicht mit Sicherheit gelingt, so macht man nach Entfärbung durch mehrmaliges Filtriren durch Thierkohle (Seegen) ein weingeistiges Extrakt des Harnes, den man bei 100° bis fast zur Trockene verdampft hat. Der Weingeist wird verdunstet, der Rückstand wieder in Wasser gelöst und mit ihm die Reduktionsprobe angestellt. Es besteht dann kein Diabetes. Entsteht im Harne keine schöne gelbe Färbung oder ein rother Niederschlag bei der Trommer'schen Reduktionsprobe, so darf man keinen krankhaften Gehalt an Zucker vermuthen. Eine Verfärbung, ein Missfarbigwerden, tritt bei der Reduktionsprobe in jedem Harne ein, da der Harn noch einige in geringem Grade wie Zucker reducirende Substanzen enthält: Kreatinin, Harnsäure.

Die quantitative Methode der Zuckerbestimmung wird besonders zur Controle der therapeutischen (Karlsbad) oder diätetischen Erfolge (Fleischnahrung) bei Diabetes von Wichtigkeit. Die gebräuchlichste chemische Methode basirt auf der Trommer'schen Probe. 1 Aequivalent Krümelzucker (180) fällt das Kupfer aus 10 Aequivalenten Kupfervitriol (1247,5).

Zur Anfertigung der Titrirflüssigkeit der Fehling'schen Kupfervitriollösung löst man 34,65 Gramm reinen krystallisirten Kupfervitriol in genau 1000 cc Wasser auf; löst ferner 173 Gramm krystallisirtes, reines weinsaures Kalinatron in 600—700 Gramm Natronlauge von 1,12 spec. Gewicht und verdünnt die Lösung, bis ihr Volum genau 1 Liter beträgt. Die beiden Flüssigkeiten: Kupferlösung und die alkalische Lösung von weinsaurem Kalinatron, werden jede in einer eigenen Flasche gesondert aufbewahrt. Ein Gemisch beider Lösungen wird bei längerem Aufbewahren durch Zersetzung leicht unbrauchbar, so dass es beim Kochen ohne Zuckerzusatz reducirt wird.

Zur Ausführung der Analyse misst man je 20 cc von beiden Lösungen mit einer Pipette ab, lässt sie in einen Glaskolben oder eine weisse Porzellanschale fliessen und setzt etwa das 4fache Volumen Wasser zu. Nun bringt man von dem Harne, dessen Zuckergehalt bestimmt werden soll, 10 cc in ein Messgefäss und verdünnt, wenn er etwas concentrirt ist, auf 100 cc mit Wasser. Von der gut gemischten Flüssigkeit füllt man in eine Burette. Man erhitzt nun durch eine kleine Flamme die verdünnte Kupferlösung bis zum beginnenden Kochen, versetzt zuerst mit 2 cc des verdünnten Harnes, lässt ein paar Secunden kochen, stellt ab und beobachtet, ob die Flüssigkeit noch blau bleibt. Ist dies noch der Fall, so setzt man, in derselben Weise wie das erste Mal verfahrend, von 1 cc zu 1 cc fortschreitend, weiter Harn zu, bis die Flüssigkeit über dem entstandenen rothen Niederschlage gerade farblos geworden ist. Man liest dann an der Burette ab, wie viel Cubikcentimeter von dem verdünnten Harne bis zur vollkommenen Reduktion verbraucht wurden, und berechnet daraus den Procentgehalt des unverdünnten Harnes an Zucker.

1 cc der Kupfer-Lösung von der oben angegebenen Concentration bedarf genau 5 Milligramm Traubenzucker zur vollkommenen Reduktion alles Kupferoxyds. 20 cc entsprechen also 0,1 Gramm Zucker; die zur völligen Entfärbung der 20 cc Kupferlösung erforderliche Quantität Harn enthält also genau 0,1 Gramm Zucker. Wären nun z. B. zu der Reduktion der 20 cc Lösung 15,5 cc des verdünnten Harns erforderlich und war der Harn auf $1/10$ verdünnt, wie oben angegeben wurde, so entsprechen die 15,5 cc der Verdünnung 1,55 cc Harn. Diese 1,55 cc Harn enthalten genau 0,1 Gramm Zucker, in 100 cc Harn sind also

$$\frac{100 \cdot 0,1}{1,55} = 6,45 \text{ Gramm Zucker.}$$

Diese Zahl hat man, um die 24stündige Menge des Zuckers zu finden, mit der Gesammtmenge des Harnes, in Cubikcentimetern ausgedrückt, zu multipliciren und mit 100 zu dividiren.

Die Liebig-Knapp'sche chemische Methode der quantitativen Zuckerbestimmungen gründet sich darauf, dass Traubenzucker in alkalischer Lösung Cyanquecksilber zu metallischem Quecksilber reducirt. Man löst 100 Gramm reines, trocknes Cyanquecksilber in Wasser, setzt 100 cc Natronlauge von 1,145 spec. Gewicht zu und verdünnt zum Liter. Mit dieser Lösung wird die Titrirung wie nach der Fehling'schen Methode ausgeführt. Man bringt 40 cc der Quecksilberlösung, entsprechend 0,1 Gramm Traubenzucker, in einer Porzellanschale zum Sieden und setzt von der verdünnten Zuckerlösung (etwa 0,5 % Zucker enthaltend) so lange zu, bis alles Quecksilber ausgefällt ist. Beim Beginn des Zusatzes trübt sich die Lösung, später wird sie klar und gelblich. Die Reaktion ist beendigt, wenn ein Tropfen der Lösung auf schwedischem Filtrirpapier durch darüber gehaltenes concentrirtes Schwefelammonium in einer halben Minute nicht mehr gebräunt wird. Gegen Ende der Reaktion zeigt sich nur noch ein schmaler brauner Ring am Rande des Tropfens, den man am besten beim Halten des Papiers gegen ein helles Fenster erkennt. Diese Endreaktion ist scharf, die Lösung ist haltbar. (Die optische Bestimmung des Zuckers durch Polarisation cf. bei Eiweiss, S. 592.)

Aerztliche Bemerkungen. — Diabetes mellitus. Die gesteigerte Zuckerausscheidung im Harne hat meist einen noch ziemlich dunkeln pathologischen Grund: pathologischer Diabetes. Er tritt hier und da nach sehr heftigen Gemüthsbewegungen auf, so dass wir dabei wohl an eine centrale Ursache denken müssen. Experimentell kann Diabetes hervorgerufen werden durch Verletzung einer umschriebenen Stelle am Boden des vierten Ventrikels: Zuckerstich; ebenso durch Curare. Bernard fand, dass der Zuckerstich unwirksam ist, wenn vorher die Splanchnici durchschnitten wurden. Es tritt Diabetes nach Durchschneidung der letzten Halsganglien ein (Pavy) oder eines Brustganglions (Eckhardt), wie es scheint durch vasomotorische Einflüsse. Nach Schiff's Behauptung bringt jede Circulationsstörung in grösseren Gefässbezirken durch Lähmung der Gefässnerven oder Unterbindung der Gefässe Diabetes hervor. Filehne sah bei Kaninchen, deren N. Depressor (centralen Stumpf) er elektrisch reizte, Zucker im Harne auftreten, was er auf Arterienerschlaffung bezieht. E. Bischoff fand bei zwei zur Section gekommenen Fällen von Diabetes Atheromatose der Arterien am Boden des vierten Ventrikels und dessen Umgegend, Marckwort fand Zucker im Harne nach einem Bluterguss in den vierten Ventrikel. Hier waren es also Ernährungsstörungen in Folge dieses Processes an jener Hirnpartie, deren experimentelle Verletzung Diabetes erzeugt. Wahrscheinlich sind öfter derartige oder analoge Störungen die eigentliche Krankheitsursache. Tiegel weist experimentell zwei andere Ursachen der Zuckerharnruhr nach: Auflösung von Blutkörperchen, z. B. durch Aethereinspritzung, und Hyperämie der Leber; er konnte bei Fröschen durch mehrmalige Wiederholung des Goltz'schen Klopfversuchs an demselben Thier (Frosch) wobei venöse Blutanfüllung der Leber und der anderen Unterleibsorgane eintritt, in mehreren Fällen Diabetes erzeugen. Bei einem Fall von geringgradigem Diabetes sah ich umgekehrt den Zuckergehalt nach einem 4stündigen scharfen Ritt zeitweise verschwinden. Der Einfluss des Reitens auf die Blutentlastung der Unterleibsorgane, namentlich der Leber, ist bekannt (cf. meine Beobachtungen über Blutvertheilung

bei Muskelbewegung). Viele halten es für wahrscheinlich, dass bei Diabetes theils die Glycogen- oder Zuckerbildung in der Leber gesteigert, theils die Oxydation des Glycogens oder Zuckers gehindert sei. Bei Diabetikern enthält das Blutserum mehr Zucker, als bei Gesunden. Bringt man durch Injection von Zuckerlösung den Zuckergehalt des Blutes auf wenigstens 0,5% (LEHMANN), so geht der Zucker theilweise in den Harn über, was man auch durch übermässigen Zuckergenuss soll erreichen können. Bei Diabetikern nimmt der Zuckergehalt des Harns mit der reichlicheren Zufuhr von Kohlehydraten (Zucker, Stärkemehl) zu — mit der Zufuhr von albuminreicher Nahrung dagegen ab, doch konnte KÜLZ nachweisen, dass bei »schwerem Diabetes« eine gesteigerte Eiweisszufuhr als Nahrung die Zuckermengen auch vermehrt. K. ZIMMER schliesst aus seinen zahlreichen Beobachtungen und Versuchen, dass die krankhafte Zuckerausscheidung überhaupt auf dem Darniederliegen der Glycogenbildung in den verschiedenen Geweben beruht. Nicht bloss in der Leber, sondern auch in anderen Organen, namentlich in den Muskeln werde Glycogen gebildet, die Störung der Glycogenbildung, welche zu Diabetes führt, könne bald in dem einen, bald in dem andern Organ ihren Sitz haben; so müsse man Leberdiabetes von Muskeldiabetes etc. unterscheiden. ZIMMER erklärt so z. Thl. die verschiedenen Formen der Krankheit und die verschiedene erforderliche Behandlungsweise. KÜLZ bestimmte in der Leber eines Diabetikers neben Zucker ziemlich reichlich normales Glycogen. Bei Thieren vermindert sich mit der Unterbindung des Ductus choledochus das Glycogen rasch und sehr bedeutend (KÜLZ und E. FRERICHS). Nach Vergiftungen, welche wie Arsenvergiftung den Glycogengehalt der Leber aufheben, kann man durch Zuckerstich künstlichen Diabetes nicht mehr erzeugen. Nach Curarevergiftung soll die Leber nicht reicher an Glycogen sein, als sonst. Auch andere Sekrete als der Harn enthalten bei Diabetikern Zucker. Der gesteigerte Durst der Diabetiker führt zu den enormen, bei diesem Leiden beobachteten Harnausscheidungen. Der Harn ist neben dem Zucker auch oft sehr reich an Harnstoff, dagegen wenigstens procentisch arm an Harnsäure; Kreatin und Kreatinin sollen öfters fehlen. Nach F. BÜRGER ist die Perspiratio insensibilis bei Diabetes bedeutend herabgesetzt.

Bei Diabetes insipidus wird bisweilen Inosit in geringen Mengen ausgeschieden. Nach C. BOCK und F. A. HOFMANN werden Kaninchen diabetisch, wenn man ihnen continuirlich eine 1% Kochsalzlösung in das Gefässsystem einleitet. E. KÜLZ constatirte, dass in Folge davon in geringen Mengen Inosit im Kaninchenharn nachzuweisen ist. Nach übermässiger Wasserzufuhr (6—10 Liter über die gewohnheitsgemässe Menge) tritt nach KÜLZ auch bei gesunden Menschen Inosit im Harne auf, er bestimmte 0,42—0,91 Gramm.

Die Bestimmung des Harnstoffs kann für den Arzt in qualitativer Beziehung nur selten von Wichtigkeit sein. Es müsste sich darum handeln, ob eine als Harn ausgegebene, verdächtig aussehende Flüssigkeit wirklich Harn ist, also Harnstoff enthält. Die von LIEBIG angegebene Methode der quantitativen Bestimmung des Harnstoffs im Harne durch Titrirung ist so einfach und leicht ausführbar, dass man sich ihrer in den meisten Fällen auch für qualitative Nachweisung bedienen wird. Der Harnstoff bildet mit Salpetersäure und Oxalsäure charakteristische schwerlösliche Verbindungen (s. unten bei Haut).

Das Princip der Methode LIEBIG's zur quantitativen Harnstoffbestimmung beruht in Folgendem: setzt man zu einer verdünnten reinen Harnstofflösung eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd, so bildet sich sofort ein Niederschlag, bestehend aus Harnstoff, Salpetersäure und Quecksilberoxyd von konstanter Zusammensetzung. Bringt man zu einem Tropfen dieser Harnstoff-Quecksilbermischung einen Tropfen kohlensaures Natron, so entsteht so lange ein weisser Niederschlag, als noch nicht genügend salpetersaure Quecksilberoxydlösung zugesetzt ist, um allen Harnstoff auszufällen. Ist aber nur ein sehr geringer Ueberschuss von Quecksilberlösung zugefügt, so gibt kohlensaures Natron einen gelben Niederschlag. Dieser gelbe Niederschlag ist als Zeichen, dass nun aller Harnstoff ausgefällt ist, die Endreaktion bei der Harnstofftitrirung.

Im Harne finden sich neben dem Harnstoff phosphorsaure Salze und Chlor, welche die Harnstoffbestimmung erschweren. Die Phosphorsäure, welche mit Quecksilberoxydsalzen

auch einen Niederschlag gibt, muss vor der Harnstoffbestimmung ausgefällt werden. ganz genaue Harnstoffbestimmungen zu erhalten, muss aus dem Harne auch das Cl entfernt werden, was durch Ausfällen mit Silberlösung möglich ist. Setzt man zu ei Harnstofflösung, welche Kochsalz enthält, salpetersaures Quecksilber zu, so setzt sich l teres mit dem Kochsalz zu Quecksilberoxyd und salpetersaurem Natron um. Das Que silberchlorid fällt den Harnstoff nicht. Es entsteht also in einer gemischten Lösung Harnstoff und Kochsalz wie im Harne erst dann der geforderte Niederschlag, wenn alles Cl an Quecksilber getreten ist. LIEBIG gründete auf dieses Verhalten seine Chlorbesti mung im Harne, indem er den nach der Bindung des Chlors auftretenden Niedersch mit Harnstoff als Endreaktion benutzte. Im Harne bedingt die Anwesenheit von Cl einen manchmal nicht unbedeutenden Fehler der Harnstoffbestimmung. Man berechnet Harnstoffmenge in der untersuchten Harnprobe nach der Zahl der zur Ausfällung verbrauch Cubikcentimeter der salpetersauren Quecksilberoxydlösung. Das Kochsalz, welches ei Theil des zugesetzten Quecksilbersalzes für seine Umsetzung in Beschlag nimmt, wird also Harnstoffmenge zu gross erscheinen lassen. Kennt man die im Harne enthaltene Chl menge, so kann man auf einfache Weise an dem Resultat der Harnstoffbestimmung eine nügend scharfe Correction (Verminderung) anbringen. Nach LIEBIG zieht man für 10 cc Ha die man titrirt hat, im Mittel 1,5—2,5 cc der verbrauchten Anzahl Cubikcentimeter Que silberlösung ab, was dem durchschnittlichen Chlorgehalt des Menschenharnes entspricht.

Zur Ausführung der Harnstofftitrirung bedarf man folgende Lösungen:

1) eine Lösung von kohlensaurem Natron, oder einen Brei von mit Wasser an rührtem doppelt kohlensaurem Natron.

2) eine Barytmischung. Man mischt 2 Volumen kalt gesättigtes Barytwasser (Ä baryt wird dazu in einer verschlossenen Flasche mit destillirtem Wasser übergossen stehen gelassen unter öfterem Aufschütteln) und 1 Volum ebenfalls kalt gesättigter, ebe bereiteter Lösung von salpetersaurem Baryt. Die Mischung muss in einer gut verschlosse Flasche aufbewahrt werden.

3) eine Normalharnstofflösung. Sie ist eine Lösung von 2 Gramm, bei 100 gut getrockneten, reinen Harnstoffs in Wasser, die so verdünnt ist, dass sie gerade 10 beträgt.

4) titrirte salpetersaure Quecksilberoxydlösung. Um sie herzustellen ist in chemischen Fabriken käuflich, muss aber dann vor dem Gebrauch auf ihre St

[redacted]

intritt. Man setzt, wenn die erste leicht gelbe Färbung eingetreten ist, zur Mischung in das Bechergläschen so viel kohlensaure Natronlösung zu, dass die Reaktion nur noch eben schwach sauer ist. Dann muss man meist noch etwas Quecksilber zusetzen, um einen Ueberschuss (gelbe Färbung des Tropfens mit kohlensaurem Natron) zu haben.

Die titrirte Quecksilberlösung soll so verdünnt sein, dass 1 cc von derselben etwa 10 Milligramm Harnstoff fällt und die gelbe Reaktion gibt. Man muss, wenn die Verdünnung richtig ist, also 10 cc der Quecksilberlösung zu 10 cc der Harnstofflösung, welche 20 Milligramm Harnstoff enthalten, geben. Hat man bei der geschilderten ersten Titrirung z. B. 6 cc der noch nicht richtig verdünnten Quecksilberlösung für die verwendeten 10 cc Harnstofflösung verbraucht, bis die gelbe Endreaktion eintrat, so würden zu je 6 cc der Quecksilberlösung noch 14 cc Wasser zuzufügen sein, um die gewünschte Verdünnung zu erhalten. In Wirklichkeit darf man nicht ganz soviel Wasser zusetzen, da man dadurch die Lösung zu sehr verdünnen würde. Hat man die Verdünnung vorgenommen, so titrirt man von Neuem 10 cc der Harnstofflösung in der oben geschilderten Weise und stellt dadurch fest, wie viel Harnstoff genau 1 cc der Quecksilberlösung entspricht. Es liegt natürlich nicht viel daran, ob 1 cc gerade 10 Milligramm oder einer etwas grösseren oder kleineren Quantität Harnstoff entspricht. Die runde Zahl 10 erleichtert nur die Berechnung etwas.

Die Harnstoffbestimmung im Harne hat nach dem Gesagten keine wesentlichen Schwierigkeiten. Nachdem man die gesammte Harnmenge, welche während einer bestimmten Zeit, für die man die Harnstoffausscheidung bestimmen will, meist 24 Stunden, wohl gemischt und genau mittelst eines Messglases gemessen hat, muss man sich zuerst überzeugen, ob der Harn eiweissfrei ist. Enthält er Eiweiss, so misst man 100 cc in einem Messgefässe ab und coagulirt in einer Porzellanschale das Eiweiss nach den oben angegebenen Regeln über der Lampe. Nach dem Kochen bringt man die ganze Flüssigkeit in das Messgefäss zurück, spült die Schale mit einigen Tropfen Wasser aus und ersetzt das bei dem Kochen verdunstete Wasser durch destillirtes, bis wieder 100 cc erreicht sind. Den Harn mit dem Niederschlag bringt man dann auf ein unangefeuchtetes Filter. Der filtrirte Harn kann nun ohne Weiteres genau so behandelt werden, wie eiweissfreier, ohne dass die Berechnung der Resultate etc. irgend welche Aenderung erleidet. Ebenso verfährt man bei der Zuckerbestimmung und allen anderen Bestimmungen in etwa eiweisshaltigem Harne.

Die Phosphorsäure und Schwefelsäure müssen nun zuerst aus dem Harne entfernt werden. Man misst dazu 2 Volumina Harn in ein Bechergläschen und versetzt sie mit 1 Volum der oben beschriebenen Barytmischung. Zu diesem Zwecke bedient man sich entweder einer Pipette, welche 20 cc abmessen lässt, die man zweimal mit Harn und einmal mit Barytmischung füllt; oder man füllt ein Proberöhrchen zweimal mit Harn und einmal mit der Barytmischung an. Um die Volummessung in dem Proberöhrchen genau zu machen, streicht man den Gipfel der Flüssigkeit an dem ganz gefüllten Proberöhrchen mit einem Uhrgläschen ab. Die zusammengegossenen Flüssigkeiten werden gut gemischt und auf ein unbefeuchtetes Filter gebracht. Von der filtrirten Flüssigkeit misst man mit einer 15 cc haltenden Pipette 15 cc heraus, welche nach der angegebenen Mischung 10 cc Harn enthalten.

Diese Harnflüssigkeit wird nun genau nach denselben Regeln titrirt, die oben bei der reinen Harnstofflösung angegeben wurden. Man setzt je 1 cc Quecksilberlösung zu und prüft jedesmal einen mit dem Glasstabe nach gutem Rühren herausgenommenen Tropfen auf der Glastafel mit schwarzer Unterlage oder auf der Porzellanplatte mittelst eines Tropfens kohlensauren Natrons. Tritt die erste Gelbfärbung des vorher weissen Niederschlags im Tropfen ein, so ist die Titrirung beendigt. Man liest nun die Zahl der verbrauchten Cubikcentimeter der Quecksilberlösung an der Burette ab. Hat man für die 10 cc Harn, welche in den titrirten 15 cc der filtrirten Harnmischung enthalten sind, 20 cc Quecksilberlösung verbraucht, von welcher je 1 cc 10 Milligramm Harnstoff entspricht, so enthalten die 10 cc Harn 0,2 Gramm Harnstoff, 100 cc also 2 Gramm. Um zu finden, wie viel Harnstoff im Tage (24 Stunden) ausgeschieden wurde, hat man nun eine sehr einfache Rechnung. Nehmen wir an, die Gesammtharnmenge in 24 Stunden hätte 1500 cc betragen, so wurden während dieser Zeit

ausgeschieden:

$$\frac{1500 \cdot 0{,}2}{10} = 30 \text{ Gramm Harnstoff.}$$

Bei grösserem oder geringerem Gehalt des Harns an Harnstoff hat man noch Corr turen an dem direct gefundenen Werth anzubringen. Hat man zur Titrirung mehr als 3 Quecksilberlösung verbraucht, so setzt man vor der Prüfung mit kohlensaurem Natron Mischung die Hälfte der mehr als 30 cc verbrauchten Cubikcentimeter an Wasser zu. man weniger als 30 cc verbraucht, so zieht man für je 5 cc, die man weniger gebraucht 0,1 cc ab und berechnet erst den so erhaltenen Rest der Cubikcentimeter auf Harnstoff.

Das specifische Gewicht des Harnes hängt bei nicht zuckerhaltigen Harnen hau sächlich von dem Harnstoffgehalt ab. Für die raschere Harnstoffbestimmung ist es Werth zu wissen, dass man die beiden hinteren Zahlen des gefundenen specifischen Gewi des Harnes nur zu verdoppeln hat, um annähernd die Zahl der Cubikcentimeter zu erhal die man zu 15 cc Harnmischung, nach der oben angegebenen Methode hergestellt, zuset muss, bis die Endreaktion eintritt, oft weniger. — Im Hundeharn ist die Menge Phosphorsäure so gross, dass man die Harnmischung mit gleichen Volumen Harn und Ba mischung herzustellen hat.

Bemerkungen für den Arzt. — Wir haben im Allgemeinen schon über den We welchen quantitative Bestimmungen von Harnbestandtheilen für den Arzt haben könn gesprochen. Alles, was dort im Allgemeinen gesagt wurde, gilt im Besonderen vor Al für den Harnstoff, das Hauptprodukt des Eiweissumsatzes. Alle anderen stickstoffhalti Harnbestandtheile stehen normal zur Menge des Harnstoffs in einer einfachen Beziehu Wird mehr Harnstoff im Körper erzeugt (z. B. durch vermehrte Nahrungszufuhr), so w auch mit ihm entsprechend mehr Harnsäure, Kreatinin, bei Hunden Kynurensäure etc. Harne ausgeschieden. Auch die Schwefelsäure und Phosphorsäure stammen im Harne v zugsweise aus dem Umsatz der Albuminate, wenn sie nicht als Medicament dargereicht w den; ihre Vermehrung und Verminderung hat also fast genau die gleiche Bedeutung wie des Harnstoffs und wird meist mit letzterer gleichzeitig eintreten. Die Vermehrung der A scheidung der genannten, im Harne enthaltenen Stoffe hängt also stets bei Gesunden Kranken vor Allem von gesteigertem Appetit und dadurch vermehrter Nahrungsaufnal ab. Im Fieber ist jedoch auch ohne Nahrungsaufnahme die Harnstoffausscheidung ges gert. Dies rührt her von einer gesteigerten Zersetzung der Körperalbuminate wie aller deren Körperstoffe im Fieber, welche auch durch die bedeutende Wärmeabgabe, Abmager und den Kräfteverlust durch fieberhafte Krankheiten bewiesen wird. Hier und da komı unabhängig von der Nahrung momentane Harnstoffvermehrungen vor, die sich entwe durch plötzliche Ausscheidung im Körper aufgehäuften Harnstoffs oder durch aus inne Ursachen gesteigerte Eiweisszersetzung erklären, z. B. bei Resorption hydropiscl Ergüsse oder bei der Uterusverkleinerung der Wöchnerinnen. Verminderung Harnstoffausscheidung hängt meist von verminderter Nahrungsaufnahme ab, in selte Fällen von einem Zurückhalten gebildeten Harnstoffs im Körper (Urämie).

Bei allen acuten fieberhaften Krankheiten (Pneumonie, Typhus etc.) ist Gang der Harnstoffausscheidung gewöhnlich folgender (J. Vogel): Im Anfang, bis die Al des Fiebers vorüber ist, erscheint die Harnstoffmenge, trotz gleichzeitiger knapper Diät trotz einer gleichzeitigen Verminderung der Urinmenge, in der Regel vermeh bisweilen sehr bedeutend, bis auf 50, 60, ja 80 Gramm in 24 Stunden. Später, wenn mit d Nachlass des Fiebers die Erhöhung des Stoffverbrauches nachgelassen hat, während die fo dauernde Störung des Appetits eine verminderte Nahrungsaufnahme bedingt, sinkt die Ha stoffmenge unter die Norm. In der Reconvalescenz erhebt sie sich allmälig wieder bis Norm, um diese bei gesteigertem Appetit häufig zu übertreffen. Natürlich wird dieser reg mässige Gang durch individuelle Verhältnisse vielfach modificirt. Nach Naunyn beginnt Steigerung des Eiweisszerfalls bei fieberhaften Leiden vor der febrilen Temperaturerhöhu — Bei Wechselfieber steht die Harnstoffausscheidung in bestimmter Beziehung zur Kö

eratur, mit der sie sinkt und steigt. Während der Apyrexie sinkt die Harnstoffaus- ng oft unter die Norm. HUPPERT gibt für alle fieberhaften Temperaturverhältnisse : Gesetz an. Die Vermehrung ist selbstverständlich relativ, entsprechend dem jewei- offwechsel des Patienten, so dass »normale« Harnstoffmengen in Krankheiten unter den schon eine bedeutende fieberhafte Steigerung der Harnstoffbildung bedeuten . Ueber Steigerung des Stoffwechsels im Fieber cf. bei Athmung S. 538. — Bei den ı chronischen Krankheiten, die mit der Verminderung des Stoffumsatzes im und mit mangelnder Ernährung verbunden sind, sinkt, wie stets bei mangelhafter ung, die Harnstoffmenge unter die Norm, durch inzwischen eintretende Steigerungen idens (Exacerbationen, durch Febris hectica etc.) wird sie hier und da für kürzere ngere Zeit wieder gesteigert. Gegen das tödtliche Ende vieler Krankheiten, in denen rper wie im äussersten Hungerzustande aufgezehrt wurde, ist die tägliche Harnstoff- oft ungemein gering, 5 bis 6 Gramm. Durch Ablagerung wässeriger, hydro- er Ergüsse in die Körperhöhlen kann die Harnstoffausscheidung manchmal plötzlich , da sich in den genannten Flüssigkeiten Harnstoff aufhäufen kann. Werden solche e resorbirt nach therapeutischer Einwirkung oder durch im Körper selbständig zur ımkeit gelangte Ursachen, so kann, wie schon oben gesagt, auch aus diesem Grunde rnstoffausscheidung und die Harnmenge mit einem Mal sehr gesteigert werden, ohne lie äusseren Ernährungsverhältnisse einen Wechsel erlitten hätten. Nach starken erlusten (Operationen) ist die Harnausscheidung und die Harnstoffausscheidung für Zeit vermindert, nach etwa 2 Tagen steigen beide auch ohne Fieber. Durch Flüssig- nspritzung in die Gefässe steigt bei Thieren die Harnausscheidung nach Blutverlusten h, ebenso verhält sich die Galleausscheidung, die bei Blutverlusten auch sehr essirt (cf. S. 321, 333). Auch hydropische und exsudative Ergüsse vermindern die Harnausscheidung. Bei Ruhr fand ich äusserst geringe tägliche Harnstoffmengen.

ie Nieren als Entgiftungsorgane des Körpers. — Schon oben wurde ausgeführt, e Nieren wie die Lungen den Zweck haben, aus dem Körper »Gifte« zu entfernen, die m Gewebsumsatz entstehen oder, wie z. B. die Kalisalze, in der Nahrung überreichlich ıhrt werden. So lange die Nieren normal functioniren, geschieht die Ausscheidung Gifte so rasch, dass sie wenig Wirkung entfalten können. Bei Störungen in der Nieren- n kann das aber ganz anders werden. Hier werden sich die Wirkungen giftiger Sub- ı, die normal durch den Harn rasch ausgeschieden werden, sehr steigern können. lem ist hier an die Kalisalze zu denken. CL. BERNARD u. A. haben durch den Versuch en, dass Stoffe, die, ins Blut gebracht, giftig, vom Magen aus aber nicht giftig wirken Curare), sogleich ihre Wirkung auch von dort aus entfalten, wenn die Nierengefässe unden wurden.

ämie, Harnvergiftung des Blutes entsteht dann, wenn durch gehemmte Nieren- eidung die in den Körperorganen gebildeten Harnbestandtheile im Blute zurückgehalten gehäuft werden (z. B. in Folge von Nierenleiden, bei Cholera etc.). Dieser Zustand hat eren Zeiten das Interesse der Aerzte auf sich gelenkt. Man hatte früher die komatösen inungen, die Zuckungen und Krämpfe, welche auf Unterdrückung der Nierenfunction n, allein dem gesteigerten Gehalt des Blutes an Harnstoff zugeschrieben. Die Unter- ıgen ZALESKY's haben ergeben, dass urämische Erscheinungen (Koma) auch bei Vögeln hlangen eintreten, denen er die Nieren ausgeschnitten oder die Ureteren unterbunden welche Thiere normal keinen Harnstoff bilden und entleeren. Ihr Harn besteht ächlich aus Harnsäure. Es ist damit der Beweis geliefert, dass der Harnstoff bei den schen Erscheinungen nicht allein beschuldigt werden darf. Es kommen neben ihm ndere Stoffe und Agentien zur Wirkung, welche Veränderungen der normalen Zustände ehirnes und der Nieren hervorbringen. TRAUBE zeigte, dass schon ein gesteigerter ergehalt des Gehirnes (Oedem), wie er in Folge der verminderten Nierenausscheidung , komatöse Zustände, die der Urämie ähneln, erzeugen könne. MEISSNER beobachtete [illegible] Versuche, dass nach Einspritzung von Kreatinin ins Blut von Hunden [illegible]

bei diesen Mattigkeit und Zuckungen eintreten. Nach den Untersuchungen von CL. l TRAUBE und mir über die Wirkung der Kalisalze stehe ich nicht an, auszusprechen, Theil des Symptomencomplexes der Urämie sich auf die Aufhäufung von Kali im Blute, die durch den Harn nicht entfernt werden können, beziehen. Wir haben ein combinirtes Resultat vor uns, an dessen Hervorbringung sich verschiedene Einfl einander theilweise ersetzen können, betheiligen. Dem Harnstoff muss aber unstreit eine wichtige Rolle bei der Erzeugung der Urämie zugeschrieben werden. Ich hab den, dass der Harnstoff für den animalen Organismus (Frosch) ein Gift ist. MEISS dass Harnstoff, in Dosen von 1—2 Gramm Kaninchen in das Blut eingespritzt, koma scheinungen hervorrief. Aus meinen Untersuchungen ergibt sich, dass der Harnstof Organe und Gewebe des Körpers unschädlich ist, mit einziger Ausnahme einer ganz grenzten Partie im Gehirne, deren normale Thätigkeit er durch seine Anwesenheit wie wir das bei den »ermüdenden Stoffen« in Beziehung auf den Muskel finden hindert. Die durch die Harnstoffeinspritzung betroffene Hirnpartie liegt zwischen des Grosshirnes und der Mitte der Vierhügel (Frosch) wohin SETSCHENOW das von ih fundene Reflexhemmungscentrum verlegt. Die Wirkung der Harnstoffinjectio mir primär eine Reizung des Reflexhemmungscentrums zu sein, aus der sich allmälig e mung des gesammten peripherischen Reflexapparates entwickeln kann. Alle Reflexe daher nach der Harnstoffinjection zuerst träger, dann hören sie ganz auf, während mark, peripherische Nerven und Muskeln sonst keine Veränderung ihrer Lebenseiger erkennen lassen. Da neben den Reflexen auch die Spontanbewegungen nach Harns tion aufgehoben sind, so scheint der Harnstoff auch auf das nervöse Organ des W den Gehirnhemisphären?) lähmend zu wirken. Ganz analog wie Harnstoff wirkt a meinen Beobachtungen Hippursäure; MEISSNER konnte keine Wirkung von Kre Bernsteinsäure sehen; Harnsäure und harnsaures Natron fand ich ganz unwirksa den Arzt geht aus diesen physiologischen Mittheilungen hervor, dass gegen Urämie regung der Nierenthätigkeit helfen kann. Blutentziehung kann, da sie dem Körper Blute auch die Urämie erzeugenden Stoffe entzieht und eine Aufnahme derselben aus weben in das Blut hervorbringt, wodurch die Gewebe mehr oder weniger von ihne werden, eine momentane Besserung der Erscheinungen bewirken.

Zur qualitativen Reaction auf **Kreatinin** (resp. Kreatin) empfiehlt die Kreatininlösung kalt mit einigen Tropfen einer sehr verdünnten Lösung von Nitr natrium und dann mit verdünnter Natronlauge zu versetzen, es tritt dann eine sch rothe Färbung auf. In 5 cc Harn kann man auf diese Weise das Kreatinin nachwei wärmen und Alkoholzusatz beeinträchtigen die Reaktion; Flüssigkeiten, welche kein l sondern Kreatin enthalten, z. B. Harn nach längerem Stehen, geben die Reaktion tritt aber ein, nachdem man durch Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure das K Kreatinin verwandelt hat.

Zur quantitativen Bestimmung der Harnsäure verwendet man 100—200 cc Harn versetzt man mit 5 cc concentrirter Salzsäure und lässt sie 48 Stunden stehen. Nac Zeit hat sich an dem Boden und den Wänden des zur Ausscheidung benutzten Becl die Harnsäure in mehr oder weniger grossen, gefärbten Krystallen angesetzt. Ma vollkommen unter Zuhülfenahme einer kleinen abgestutzten Federfahne auf einem be im Uhrglasapparat getrockneten aschefreien Filter zu sammeln. Nun wird so l Wasser ausgewaschen, bis das Waschwasser durch salpetersaures Silberoxyd ni käsig gefällt wird, also keine Salzsäure (Chlor) mehr enthält. Dann wird das Filter Krystallen von Neuem bei 100° C. im Wasserbade getrocknet und gewogen, vom Ge das Filtergewicht abzuziehen. Aus der in 100 oder 200 cc Harn gefundenen Harnsä tität rechnet man auf die während eines Tages ausgeschiedene Gesammtmenge. hätten wir z. B. 0,04 Gramm trockene Harnsäure gefunden. Wenn in 24 Stunde

arn entleert werden, so beträgt die Gesammt-Harnsäurequantität während dieser Zeit:

$$\frac{1500 \cdot 0,04}{100} = 0,6 \text{ Gramm.}$$

Die Harnsäure ist in Wasser etwas löslich. Nach ZABELIN und VOIT wird der dadurch be-ingte Fehler corrigirt, wenn man das Filtrat mit dem Waschwasser misst und auf je 100 cc er gesammten Waschflüssigkeit 0,0045, nach SCHWANERT 0,0048 Gramm zu der gewogenen arnsäurequantität addirt. SALKOWSKI und MALY übersättigen das Filtrat mit einer ammonia-alischen Magnesiamixtur, filtriren ab und fällen die noch restirende Harnsäure aus dem Fil-ate mit einer ammoniakalischen Silberlösung, als Doppelsalz von harnsaurem Silber und rnsaurem Alkali oder Erdkali. — **Bemerkungen für den Arzt.** — In der Leukämie mit lzvergrösserung findet sich die tägliche Harnsäuremenge sowohl absolut als relativ zum Harn-off bedeutend vermehrt (H. RANKE). Im Fieber, wenn die Harnstoffausscheidung gesteigert t, zeigt sich meist auch eine correspondirende Harnsäurevermehrung. In der chronischen icht ist die Harnsäuremenge im Harne vermindert. Im Diabetes mellitus soll zuweilen e Harnsäure im Harne ganz fehlen, zuweilen ist sie in normaler Menge vorhanden. Grosse aben schwefelsauen Chinins vermindern bei Gesunden die Harnsäure im Harne (H. RANKE). ei der Besprechung der Stoffvorgänge in der Milz wurde schon erwähnt, dass H. RANKE in esem Organe die Hauptstätte der Harnsäurebildung vermuthet. — Der qualitative achweis der Harnsäure wird bei Besprechung der Sedimente gegeben werden.

Cystin im Harne: **Cystinurie.** — Das Cystin findet sich gelöst im Harn und als Sedi-ent. LÖBISCH beobachtete einen solchen Fall, der lediglich mit »Verdauungsbeschwerden« egleitet war. Die Cystinmenge des Harns betrug im Mittel in 24 Stunden 0,398 Gramm. 0 cc Harn wurden mit 20 cc Essigsäure versetzt, das Sediment: Cystin, Harnsäure, oxalsaurer alk und mitunter harnsaures Natron (?, nach 24 Stunden abfiltrirt, gewaschen und gewogen. odann wurde es nochmals angefeuchtet, mit etwas verdünnter Salzsäure das Cystin gelöst, er Rückstand wieder getrocknet und gewogen, die Differenz zwischen beiden Wägungen als ystin in Rechnung gebracht. Die Formen der Cystinkrystalle cf. Fig. 139.

Die Phenolausscheidung im Harn sinkt bei manchen Krankheiten unter und steigt bei anderen er die Norm, letzteres bei acuter Peritonitis, traumatischem Tetanus und septischen Zu-änden (stinkendem Empyem, Puerperalfieber), nach Einnehmen grösserer Mengen von Ty-sin (SALKOWSKI, L. BRIEGER). Bei Hühnern tritt nach CHRISTIANI nach Fleischfütterung Phenol Harn auf. Phenol hat giftige Wirkungen, es erregt zuerst Reflexkrämpfe.

Der Nachweis des Chlors im Harne geschieht qualitativ durch Zusatz von salpeter-aurem Silberoxyd in Lösung, wodurch ein weisser, käsiger Niederschlag entsteht, der sich im Stehen am Lichte schwärzt: Chlorsilber, leicht löslich in Ammoniak.

LIEBIG lehrte eine einfache Titrirmethode zur quantitativen Bestimmung des Chlor-, espective Kochsalzgehaltes im Harne. Zu dieser Bestimmung bereitet man sich eine Lösung on reinem, geschmolzenem, salpetersaurem Silberoxyd, von dem man 29,063 Gramm ab-iegt, in Wasser löst und die Lösung bis zu einem Liter verdünnt. Die Lösung wird gut ge-ischt, vor Licht geschützt in schwarzen Flaschen gut verschlossen aufbewahrt. 1 cc dieser Silberlösung entspricht 10 Milligramm Chlornatrium oder 6,07 Milligramm Chlor. Um die Kochsalzbestimmung im (eiweissfreien) Harne vorzunehmen, bringt man von ihm 10 cc in ein Becherglas, setzt einige Tropfen einer concentrirten Lösung von neutralem chromsaurem Kali hinzu und lässt nun aus der Burette von der Silberlösung so lange zufliessen, bis der beim Einfallen der Tropfen entstehende Niederschlag auch nach gutem Mischen der Flüssig-keit roth bleibt. Die erste bleibende Röthung zeigt an, dass nun alles Chlor ausgefällt und eine Spur Silber an Chromsäure gebunden ist. Nach Ablesung der bis zum Rothwerden ver-brauchten Silberlösung ist die Berechnung der Analyse genau nach den oben für die Titrir-ungen angegebenen Regeln vorzunehmen. Nach HOPPE-SEYLER hat man von den verbrauchten Cubikcentimetern der Silberlösung für 10 cc Harn 1 cc abzuziehen, da die Resultate der Titrirung um so viel zu gross ausfallen. — Bei exsudativen Entzündungsprocessen, bei denen viel Kochsalz in den Exsudaten abgelagert wird, sowie bei Ausscheidung von Kochsalz

durch den Darm oder durch starkes Schwitzen liegt die Kochsalzausscheidung im Har
nieder, mit der Resorption der Exsudate steigt sie wie mit dem Aufhören der krank
Darmausscheidung.

Die Bestimmung der Phosphorsäure im Harne. — Essigsaures Uran
gibt mit phosphorsauren Verbindungen in essigsaurer Lösung einen hellgrauen, floc
Niederschlag. In sauren Uranoxydlösungen gibt Ferrocyankalium einen dunkelbraunen
derschlag. Durch einen Zusatz von Ferrocyankalium kann also in einer essigsauren Fl
keit, in welcher man die Phosphorsäure mit essigsaurem Uranoxyde gefällt hat, ein U
schuss von Uranoxyd nachgewiesen werden. Darauf gründet sich das Titrirverfal
bei Bestimmung der Phosphorsäure in Lösungen und im Harne. Man bedarf
1) Ferrocyankaliumlösung von unbestimmter Concentration. 2) Eine Normallösung von
phorsaurem Natron von bekanntem Phosphorsäuregehalt. Das käufliche phosphorsaur
tron wird aus heissem Wasser umkrystallisirt, gut abgetrocknet, zerrieben und zwis
Filtrirpapier nochmals abgepresst. Davon wiegt man 10,085 Gramm ab, löst sie in W
und verdünnt die Lösung, bis sie gerade 1 Liter beträgt. 100 cc der Lösung enthalte
Gramm Phosphorsäure. 3) Eine Lösung von Essigsäure und essigsaurem Natron. Ma
dazu 100 Gramm krystallisirtes, essigsaures Natron in Wasser, fügt 100 cc starke Essig
hinzu und verdünnt mit Wasser bis zu 1 Liter. 4) Titrirte Lösung von essigsaurem Uran
Um sie herzustellen, löst man käufliches Uranoxyd in reiner Essigsäure und verdünnt
mit Wasser. Diese Lösung titrirt man auf die Normalphosphorsäurelösung und verdün
dann so, dass 1 cc der Lösung gerade 0,005 Gramm Phosphorsäure entsp
— Zur Ausführung der Phosphorsäurebestimmung im Harne bringt man 50 cc des Harn
ein Becherglas, fügt 5 cc der Essigsäuremischung zu, erhitzt auf dem Wasserbade und
nun von 1 cc zu 1 cc von der titrirten Uranlösung so lange zufliessen, bis ein Tropfen der
sigkeit, den man auf eine weisse Porzellanplatte mit dem Glasstabe gebracht hat, mit e
Tropfen Ferrocyankalium, den man von der Seite her in den ersten Tropfen einfliessen
eine erkennbare bräunliche Färbung gibt. Rechnung wie oben. — Nach heftigen Mu
krämpfen (Chorea major) fand ich die Phosphorsäureausscheidung bedeutend vermehrt.

Die Bestimmung der Schwefelsäure im Harne. — Man titrirt mit einer Lö
von Chlorbaryum und sucht den Punkt, wo in einem klaren Tropfen der Lösung ein z
setzter Tropfen einer schwefelsauren Natronlösung eben eine weisse Trübung hervorb
zum Zeichen, dass man einen Ueberschuss von Chlorbaryum zugesetzt hat. Man beda
zu nur einer Chlorbaryumlösung von solcher Concentration, dass 1 cc 10 Milligr
Schwefelsäure fällt. Man bereitet sie durch Auflösen von 30,5 Gramm krystallis
gepulvertes, lufttrockenes Chlorbaryum und Verdünnen der Lösung bis zu 1 Liter.
man von dieser Lösung 100 cc ab und verdünnt sie auf ein Liter, so entspricht von dieser
dünnten Lösung, welche für feinere Bestimmungen sich empfiehlt, 1 cc nur 0,001 Gr
Schwefelsäure. — Zur Bestimmung der Schwefelsäure werden 50 cc Harn in einem
kölbchen mit etwas Salzsäure versetzt und auf freiem Feuer aufgekocht. Zur sieden
Flüssigkeit setzt man Cubikcentimeterweise die Barytlösung aus einer Burette zu, schü
gut und lässt den entstandenen Niederschlag sich absetzen, was sehr rasch eintritt.
nimmt man nach Voit mit einem breiten Glasstabe von der obenstehenden, klaren Flüssi
einen Tropfen heraus, bringt ihn in ein Uhrglas und setzt einen Tropfen Chlorbaryumlö
zu. Entsteht dadurch eine Fällung von Schwefelsäure (weisse Trübung), so hat man
mehr Chlorbaryum aus der Burette zufliessen zu lassen. Zu diesem Zwecke kocht man
Kölbchen den Harn von Neuem und tropft dann die Barytlösung ein, schüttelt wieder un
lässt absetzen. So fährt man fort, bis Chlorbaryum keinen Niederschlag mehr bewirkt
nun ein solcher mit schwefelsaurem Natron eintritt. Hat man den Harn mit [illegible]
Natron verbrannt und bestimmt nun die Schwefelsäure, so ergibt [illegible]
unbeträchtlich höheren Schwefelsäuregehalt als im [illegible]
mal einen schwefelhaltigen Körper, [illegible]

unten). Nach SALKOWSKI wäre dieser Körper Taurin nach KÜTZ dagegen zum Theil odankalium. Es soll auch unterschwefelige Säure im Harn mancher Hunde vorkommen. SCHMIEDEBERG); über gepaarte Schwefelsäuren im Harn cf. oben S. 581.

Schwefelwasserstoff im Harn ist mit Papier, das man mit essigsaurem Blei und etwas mmoniak befeuchtet hat, durch die eintretende Schwärzung des Papiers nachzuweisen. Ein mit einer Lösung von Nitroprussidnatrium und einem Tropfen verdünnter Natronlauge befeuchteter Papierstreifen färbt sich durch Schwefelwasserstoff purpurroth. Zum Nachweis fügt man Harn in eine Glasflasche, hängt das Reagenspapier in dieselbe ein und befestigt es mit dem Kork der Flasche. Der Geruch des schwefelwasserstoffhaltigen Harnes ist von dem des reinen Schwefelwasserstoffs verschieden. — Man konnte bisher sein Auftreten im Harne bei manchen Krankheitszuständen nicht erklären. In allen von mir beobachteten Fällen enthielt solcher Harn Eiter. SCHÖNBEIN fand, dass jeder Harn, den man mit amalgamirten Zinkspänen und Salzsäure versetzt, Schwefelwasserstoff entwickelt. Neuerdings wird angegeben, dass dazu ein Säurezusatz allein genügt. Mit Zinkspänen entwickelt nach meinen Versuchen jeder Harn mit jeder Säure Schwefelwasserstoff. In sehr saurem Leichenharn nach Typhus sah ich freien Schwefelwasserstoff in bedeutender Menge. Bei einem Patienten, dessen Harn einige Tage mit dem Katheter abgenommen war, fand ich Schwefelwasserstoff in dem frisch entleerten, sauer reagirenden Harn, so dass unzweifelhaft der Schwefelwasserstoff schon in der Blase gebildet war. Im Athem konnte ich ihn jedoch nicht nachweisen. Dieser Harn hatte in hohem Grade die Fähigkeit, aus anderen Harnen, denen ein wenig Tropfen zugesetzt war, Schwefelwasserstoff zu entwickeln. Es zeigte sich, dass diese Fähigkeit sich an organisirte Beimischungen, Fermente, knüpfte, die in dem schwefelwasserstoffhaltigen Harne enthalten waren. Die in ihm entstehenden Schimmel- und Gährungspilze erregten, in normalen Harn gebracht, nach einigen Tagen Schwefelwasserstoffentwickelung. Der so geimpfte Harn konnte seinen eigenthümlichen Zersetzungsvorgang durch die in ihm entstandenen Organismen wieder auf einen dritten überpflanzen. Es unterliegt also keinem Zweifel, dass wir es bei der Schwefelwasserstoffentwickelung im Harne mit einer Gährungserscheinung zu thun haben, die ich als Schwefelwasserstoffgährung bezeichne. Von selbst habe ich sie in normalen Harnen niemals auftreten sehen, wenn ich von einem zweifelhaften Falle absehe. Die Schwefelwasserstoffgährung geht nur in sauren und neutralen Harnen vor sich, sie sistirt in stark alkalischen, aus denen man auch mit Zinkspänen keinen Schwefelwasserstoff entwickeln kann. Die Quelle, welche den Schwefel für den Schwefelwasserstoff in der Schwefelwasserstoffgährung liefert, ist der oben bei der Schwefelsäurebestimmung genannte schwefelhaltige Harnbestandtheil, der durch die Schwefelwasserstoffentwickelung vermindert wird und schliesslich verschwindet, wie mir directe Bestimmungen ergeben haben. Das Ferment, welches die Schwefelwasserstoffgährung im Harne erzeugt, konnte ich bisher nicht näher bestimmen. Ein Zusatz von einer Anzahl fauliger Stoffe zu normalem Harn ergab mir negative Resultate.

Die Harnsedimente. Ihre Entstehung und Untersuchung.

In manchen Fällen wird der Harn schon trüb aus der Blase entleert. Bei längerem Stehen setzt sich dann häufig ein Bodensatz ab, während die überstehende Flüssigkeit klar wird. Viel häufiger ist es, das sauer reagirender Harn vollkommen klar ausgeschieden wird und erst beim Erkalten sich trübt und ein mehr oder weniger rothes Sediment, »Ziegelmehl«: Harnsäure und harnsaures Natron mit harnsaurem Kalk fallen lässt. Nach längerem Stehen sedimentirt jeder normale Harn, da er dann alkalisch wird. Man glaubte früher, dass das Auftreten eines Niederschlags in klar entleertem saurem Harne auf einer eigenthümlichen Gährungserscheinung beruhe, die man saure Gährung nannte. Der sauer entleerte Harn soll nach einiger Zeit anfangen, mehr Säure (Milchsäure) zu bilden, so dass seine saure Reaction an Stärke zunimmt. Diese neugebildete Säure sollte nun ebenso wirken

wie ein Säurezusatz zum Harne, durch welchen wir eine Ausfällung der Harnsäure eintre sehen. In der Mehrzahl der Fälle tritt das Sedimentiren aber sicher aus einem viel näl liegenden Grunde ein. Im Harne sind alle Salze als saure Verbindungen vorhanden. I saure Harnreaktion rührt vor Allem von saurem phosphorsaurem Natron oder Kali her. I Harnsäure ist im Harne, meist an Natron gebunden, als saures harnsaures Natron gelöst. I Löslichkeit dieses Salzes ist nicht sehr gross und sehr von der Temperatur des Lösungsmitt abhängig. Jeder Krankenwärter weiss, dass in einer kalten Nacht, wenn es auch in d Krankensälen kalt geworden ist, fast alle Harne sedimentiren. Der Grund, warum ein Nied schlag (harnsaures Natron) eintritt, liegt also oft einzig in der Abkühlung des Harnes. We der Harn, wie es besonders bei sparsamer Harnmenge in fieberhaften Krankheiten etc. vo kommt, für die Temperatur des Körpers nahezu mit harnsaurem Natron gesättigt ist, so wi er sedimentiren, sobald er, aus der Blase entleert, anfängt abzukühlen. Bei weniger co centrirten Harnen fällt bei der Normal-Zimmertemperatur noch nichts heraus, hier bedarf dazu einer stärkeren Temperaturerniedrigung. Dass es sich bei den meisten Sedimentiru im sauren Harn um dieses Verhältniss handelt, geht daraus hervor, dass die Sedimente schwinden, wenn man den Harn auf die Bluttemperatur erwärmt. Das saure phosphors Natron wirkt auf das harnsaure Natron schliesslich auch zersetzend ein (HOFMANN), so d wie durch eine freie Säure reine Harnsäure aus jedem Harn abgeschieden werden kann. I ältere Medicin pflegte sedimentirende Harne »kritische Harne« zu nennen. Man dac sich die krankmachende Ursache direct als einen Stoff, den der Organismus auszusto hätte, um wieder zur Norm zurückzukehren. Man nahm dazu »kritische Entleerungen« du die Respirationsorgane, den Darm, den Schweiss und namentlich den Harn an. Im letzte schien am leichtesten die Materia peccans anschaulich zu werden; man nahm die T bung des sonst klaren Harnes direct für eine solche. — Das Auftreten einer stärkeren Se mentirung im sauren Harne bedeutet nur, dass der Harn entweder durch bedeutende St zersetzungen oder durch Wassermangel concentrirter als gewöhnlich ist. Der letzt Grund ist bei weitem der häufigere. Man würde sehr irren, wenn man annehmen wür dass das ziegelrothe Sediment im Harn bedeute, es habe eine Mehrausscheidung von Har säure stattgefunden. In den allermeisten Fällen findet sich in (von harnsaurem Natron) se mentirenden Harnen die Harnsäure absolut nicht vermehrt, wenn wir nicht procenti sondern auf eine bestimmte Zeit der Ausscheidung rechnen. Im Fieber erscheint die Wass abgabe durch die Perspiration meist gesteigert, daher finden wir hier, gerade so wie na starken Märschen, bei denen man geschwitzt hatte, oder noch mehr nach Schwitzbädern, d dann sparsamen Harn fast regelmässig sedimentirend. Schon HIPPOKRATES kannte diese Wi kung des Schwitzens.

Wenn der Harn längere Zeit steht, so bilden sich in ihm Zersetzungsvorgänge aus, b ruhend auf der Anwesenheit organisirter Fermente, Kernhefe, Fadenpilze, Spaltpilz Konferven, Algen, Infusorien etc., Gährungserscheinungen, welche zu einer Umsetz des Harnstoffs in kohlensaures Ammoniak führen. Dadurch nimmt die saure Reaktion d Harnes ab, er wird neutral und hierauf von Tag zu Tag stärker alkalisch. Der Harn bra dann mit Säure (Kohlensäureentwickelung) und wird trüb. Es setzt sich ein weisses Sedi ment ab, bestehend aus den durch das Ammoniak ausgefällten Erdphosphaten: phos phorsaurem Kalk, phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia neben harnsaure Ammoniak. Diese alkalische Gährung tritt bei verschiedenen Harnen zu sehr verschie nen Zeiten ein. Während sich saurer Harn, an kühlem Orte bedeckt (am besten unter ei Oelschicht) aufbewahrt, sehr lang unzersetzt hält, wird mancher Harn, namentlich bei kran haften Zuständen der Blasenschleimhaut, wenn Blasenschleim oder Eiter etc. dem Harne b gemischt ist, entweder aus der Blase alkalisch entleert, oder wenn er bei seinem Austritt a sauer reagirte, so nimmt er doch sehr rasch die alkalische Reaktion an. Es leuchtet ei dass, abgesehen von anderen Gründen, die beiden Ursachen der Sedimentirung: sehr sta saure Reaktion eines concentrirten Harnes, wodurch Harnsäure ausgeschieden werden ka oder alkalische Reaktion des Harns in der Blase zur Bildung von Niederschlägen in der Blas

Bildung von Niederschlägen in der Blase selbst und damit zur Entstehung des schmerzen und gefährlichen Leidens der sogenannten Harnblasensteine Veranlassung geben nen. Sitzt der krankhafte Process in den Nierenbecken oder Ureteren, so können sich t Concretionen verschiedener Art: Nierensteine ansetzen, welche bei ihrer Ablösung l Ausstossung, während sie den Ureter passiren, die bekannten, qualvollen Schmerzen in Nierengegend gegen die Blase zu erzeugen.

Die mikroskopische Analyse der Harnsedimente gibt für den Arzt meist nügenden Aufschluss über das Wesen derselben. Das Mikroskop zeigt hier und da im Harn ch Formelemente, welche das freie Auge nicht als Sediment erkannt hat. Es sind das, absehen von Blutkörperchen, vor Allem Epithelzellen aus der Blase und den übrigen Harngen, welche als zufällige Bestandtheile in jedem Harne entstanden sind. Ebenso etwas bleim mit Schleimkörperchen. Bei krankhaften Zuständen der Nieren (Harncanälchen) igt sich im Harne auch das Epithel der Harncanälchen. Diese Zellen lassen sich durch ihre kannte Gestalt (cf. S. 567) erkennen. Manchmal findet man sie mehr vereinzelt oder zu hreren zusammenhängend, manchmal bekommt man ein cylindrisches Stück eines zusammhängenden Epithelbeleges eines Canälchens zu sehen: Epithelcylinder, dann meist t undeutlichen Zellengrenzen, aber deutlichen Kernen. Meist sind die Zellen in verschienen Stadien des Zerfalles. Ausser diesen cylindrischen Gebilden kommen noch andere hr oder weniger durchsichtige Cylinder vor, welche, in eine hyaline Substanz eingebettet, noch erkennbare Epithelzellen führen, oft nur noch molekulär zerfallene Masse erkennen sen: es sind die sogenannten Fibrincylinder, welche einen Fibrinabguss der Harnälchen darstellen. Sind sie fast ganz ohne Körncheneinlagerung, durchscheinend, so wern sie als hyaline Cylinder bezeichnet. Sie gehören fortgeschritteneren Nierenleiden an.

Die Sedimente können bestehen aus:

I. unorganisirten Stoffen; in saurem Harn: harnsaures Natron, phosphorrer Kalk, Fett, oxalsaurer Kalk, Harnsäure, Cystin; im alkalischen Harn: phosphorre Ammoniakmagnesia, harnsaures Natron.

II. organisirten Körpern: Schleimgerinnsel und Schleimkörperchen, Eiterkörper, den oben beschriebenen Harncylindern, Spermatozoiden, Gährungs- und Fadenpilzen, thelzellen der Nierencanälchen und Harnwege.

Schema zur Mikroskopie der Sedimente (nach NEUBAUER).

Vor der Untersuchung des sedimentirenden Harnes ist es nothwendig zu wissen, ob der rn frisch gelassen ist oder ob er vielleicht schon durch die Harngährung eine Veränderung ren hat. Dann prüft man die Reaktion auf Pflanzenpapier, lässt, wenn nöthig, in einem chlossenen Glase das Sediment sich absetzen, giesst die überstehende Flüssigkeit ab und gt einen Tropfen, der reich an Sediment ist, auf ein Objectglas.

A. Der Harn reagirt sauer.

I. Das ganze Sediment ist amorph, es zeigen sich keine Krystalle.

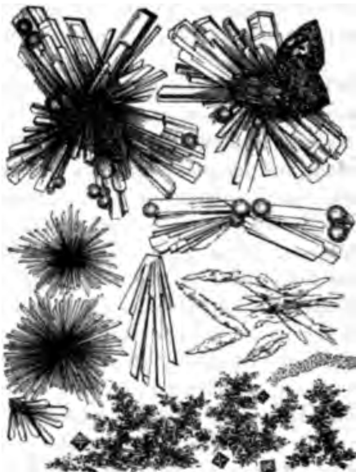
a) Das Sediment löst sich bei dem Erwärmen einer Portion des sedimentirenden Harnes einem Proberöhrchen oder auf dem Objectglase vollkommen auf. Es deutet dieses auf saure Salze. Man setzt zu einem Tropfen des Sedimentes auf dem Objectglase einen ten Salzsäure und lässt $^1/_4 - ^1/_2$ Stunde stehen. Bei Gegenwart von Harnsäure sind nach er Zeit rhombische Tafeln von Harnsäure gebildet (Fig. 188). In den meisten Fällen ist derartiges Sediment mit mehr oder weniger Harnfarbstoff roth gefärbtes harnsaures ron (Ziegelmehl) (Fig. 187).

b) Das Sediment löst sich beim Erwärmen nicht auf, wohl aber in Essigsäure ohne Braues ist wahrscheinlich phosphorsaurer Kalk. Der Beweis kann nur chemisch (siehe steine) geliefert werden.

c) Finden sich unter dem amorphen Sedimente oder auf der Oberfläche des Harns stark

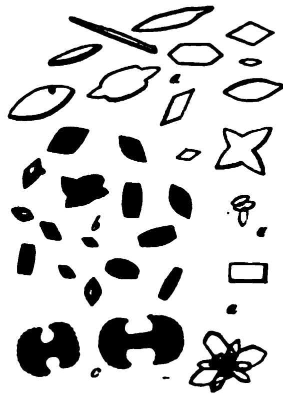
lichtbrechende, silberglänzende Tröpfchen, die in Aether löslich sind, so deuten diese a Fett (sehr selten).

Fig. 137.



Krystalle und amorpher Niederschlag des harnsauren Natron.

Fig. 138.



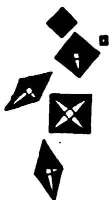
Harnsäure in ihren verschiedenartigen Krystallformen. Bei *a aa* Krystalle, wie sie bei Zersetzung harnsaurer Salze erhalten werden; bei *b* Krystallisationen der Harnsäure aus dem menschlichen Harne; bei *c* sogenannte Dumb-bells.

II. Das Sediment enthält ausgebildete Krystalle.

a) Kleine glänzende, vollkommen durchsichtige, das Licht stark brechende Quadr oktaëder, mit Briefcouvertform, welche in Essigsäure unlöslich sind: oxalsaurer Ka (Fig. 139 und 137).

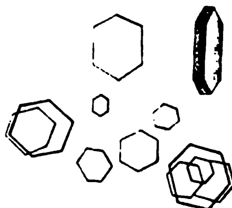
b) Vierseitige Tafeln oder sechsseitige Platten von rhombischem Habitus, aus denen durch Abrundung der stumpfen Winkel spindel- und fassförmige Krystalle entstehen: Har säure (Fig. 138 *b*.). Meistens sind diese S dimente mehr oder weniger gelbbraun gefä Zur Bestätigung löst man das Sediment in ein Tropfen Natronlauge auf dem Objectglase, se einen Tropfen Salzsäure hinzu und beobach die I. *a*) beschriebenen Krystallformen.

Fig. 139.



Krystalle des oxalsauren Kalks.

Fig. 140.



Krystalle des Cystin.

c) Reguläre sechsseitige Tafeln, die sich Salzsäure und Ammon auflösen, beim Erhit verkohlen und verbrennen (und die, mit ei Lösung von Bleioxyd in Natronlauge gekoc eine Ausscheidung von Schwefelblei erzeuge bestehen aus Cystin (äusserst selten) (Fig. 14

III. Das Sediment enthält organisirte Körper (Fig. 141).

a) Gewundene Streifchen, welche aus reihenförmig geordneten, sehr feinen Pünktc und Körnchen (amorpher Masse) bestehen, sind Schleimgerinnsel, oft begleitet harnsaurem Natron, das fast ebenso aussieht.

b) Kleine, manchmal contrahirte, runde, granulirte Zellen, meist an einander gelager den unter *a*) beschriebenen Schleimmassen, sind Schleimkörperchen.

c) Kreisrunde, schwach biconcave, das Licht stark brechende Scheibchen, meistens ge lich oder mit einem rothen Punkt in der Mitte, sind Blutkörperchen. Es finden sich a kugelig aufgequollene (in sehr verdünntem Harne) sowie geschrumpfte, eckig zackige Forn (im concentrirtem Harne). Essigsäure macht sie stark aufquellen und löst sie nach einiger Z

d) **Kugelige, blasse, matt granulirte kleine Zellen von etwas verschiedener Grösse, die durch igsäure bedeutend aufquellen,** ihr granulirtes Ansehen verlieren und Kerne von verschiedener m und Gruppirung erkennen lassen, sind Eiterkörperchen oder Schleimkörperchen.

e) Cylindrische Stücke ist etwas gebogen, entder fast ganz durchhtig, oder mit Körnchen ehr oder weniger durchtzt, auch mit Epithelzela der Harncanälchen, ad die Harncylinder: yaline Cylinder *e. i.* oder pithelcylinder *f. g. h.* Fig. 141).

f) Spermatozoiden kennt man an der harakteristischen Gestalt Fig. 142).

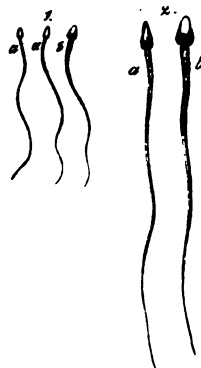
g) Gährungs-, Faen- u. Spaltpilze besonders in diabetischem, ährendem Harne (Fg. 145).

Fig. 141.



Organisirte Harnbestandtheile.
a Schleim- und Eiterzellen. *b* Drüsenzellen der Harncanälchen, theils mit Fett erfüllt, theils im Zerfall begriffen. *c* Pflasterepithelien der Blase. *d* Blutzellen. *e, f, g, h, i* verschiedene Erscheinungsformen der Fibrincylinder.

Fig. 142.



Samenfäden des Menschen. 1. 350mal vergr. 2. 800mal vergr. *a* Von der Seite. *b* Von der Fläche.

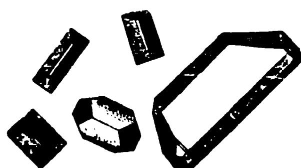
B. Der Harn ist alkalisch.

I. Das Sediment enthält Krystalle.

a) Combinationen des rhombischen vertikalen Prismas, mit Sargdeckeln Aehnlichkeit haben, dabei löslich in igsäure sind und beim Erwärmen mit Natronlauge Amniak entwickeln (ein befeuchtetes gelbes Kurkumapapier unt sich, über die Dämpfe gehalten), sind phosphorure Ammoniak-Magnesia (Fig. 143).

Sollte mit diesen oxalsaurer Kalk (Fig. 139) vorkommen, behandelt man das Sediment auf dem Objectgläschen

Fig. 143.



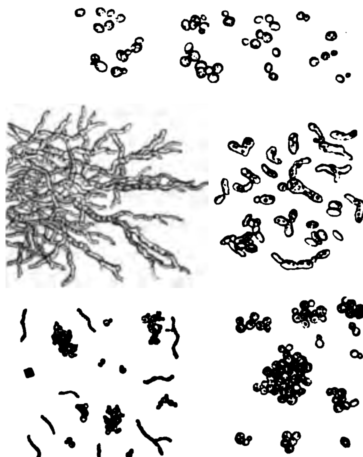
Krystalle der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia.

Fig. 144.



Ausscheidungsformen des harnsauren Ammoniaks aus alkalischem Harn neben Krystallen des oxalsauren Kalks und der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia.

Fig. 145.



Gährungs-, Schimmel- und Vibrionenbildung im Harn.

mit einem Tropfen Essigsäure; die Krystalle der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia werde sich lösen, während die Briefcouvertformen des oxalsauren Kalks ungelöst zurückbleiben.

b) Sedimente von Tyrosin bei acuter Leberatrophie (auch im sauren Harn, cfr. S. 81 Fig. 51).

c) Kugelige undurchsichtige Massen, stechapfelartig mit feinen Spitzen besetzt oder drüsenförmige Conglomerate aus kleinen keulenförmig gebogenen Körpern sind harnsaures Ammoniak (Fig. 144).

II. Das Sediment enthält amorphe Massen.

In einem alkalischen Harne bestehen diese aus phosphorsaurem Kalke.

III. Das Sediment enthält organische Körper.

Dieselben, welche unter A. III. *a*—*g* angeführt wurden; ausserdem Gährungs-, Faden- und Spaltpilze, Infusorien, Konferven (Fig. 145).

Harnsteine und ihre Bestimmung.

Die Blasen- und Nierensteine des Menschen bestehen aus: Harnsäure, harnsauren Salzen, Xanthin, Cystin (Cholesterin), Indigo, phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia, oxalsaurem Kalk, phosphorsaurem Kalk, kohlensaurem Kalk, Fett und eiweissähnlichen Verbindungen wie Schleim, Epithelien, Blutkoagula etc. Auch Harnröhrensteine aus »Phosphaten« bestehend, hat man beobachtet. — Im Folgenden schliessen wir uns hauptsächlich v. Gorup-Besanez' Angaben an.

1) Die Harnsteine bestehen am häufigsten grösstentheils oder ganz aus Harnsäure. Sie sind dann meist hart, von rothbrauner, braungelber, selten weisser Farbe; ihre Oberfläche kann glatt oder mit stumpfen Warzen besetzt sein, der Bruch zeigt sich krystallinisch oder erdig. Auf dem Durchschnitt erscheinen dünne, concentrische Schichten.

2) Nur aus harnsaurem Ammoniak bestehende Steine sind selten, meist zeigen sich solche Steine als Gemenge von harnsaurem Ammoniak mit freier Harnsäure und anderen harnsauren Salzen. Am häufigsten findet man sie bei Kindern, äusserlich ähneln sie meist den eigentlichen Harnsäuresteinen.

3) Harnsaure Salze mit feuerbeständiger Basis (Kali, Natron, Kalk) finden sich als Beimengungen von Steinen aus Harnsäure. Von der freien Harnsäure lassen sie sich durch kochendes Wasser trennen.

4) Häufig sind Steine aus oxalsaurem Kalk. Gewöhnlich erscheinen sie rund, mit einer Menge von Warzen besetzt (Maulbeersteine), dunkel, bräunlich gefärbt und meist von ziemlicher Grösse. Selten sind sie klein, blass, glatt: Hanfsamensteine.

5) Steine aus phosphorsauren Erden. Diese Steine haben eine weissliche Farbe, sind erdig, kreidig, bisweilen porös, zuweilen geschichtet und schalig.

6) Steine aus Xanthin sind sehr selten; Wöhler beschreibt einen solchen Stein. Er war an der Oberfläche von hellbrauner, stellenweise von weisslicher Farbe, auf dem Bruche matt, bestand aus concentrischen Schichten, bekam durch Reiben Wachsglanz und hatte ungefähr dieselbe Härte wie die harnsauren Steine.

7) Steine aus Cystin sind ebenfalls sehr selten. Sie sind von gelblicher Farbe, glatter Oberfläche, auf dem Bruche krystallinisch.

8) Einen Nierenstein fast lediglich aus Indigo fand W. M. Ord (F. Semon) in einer krebsig entarteten Niere. Er war grossentheils schwarzblau und gab auf Papier einen blauen Strich.

9) Steine aus Cholesterin, ganz den Gallensteinen ähnlich. Ein von Götschmann, Schultzen und Liebreich untersuchter Stein (von einem Weibe stammend) bestand vorwiegend aus Cholesterin neben kleinen Mengen Harnsäure, Kalk, Phosphat und Gallenfarbstoff (Bilirubin). Der Harn enthielt Gallenfarbstoff. Das Gesammtgewicht der Concremente betrug

ramm. GÜTERBOCK citirt noch zwei Fälle von »Gallensteinen« in der Harnblase aus der ratur. Bei dem einen wurde eine zur Zeit der Section verwachsene Communication der lenblase mit der Harnblase durch den Urachus behauptet, während des Lebens soll hier da »gallig-gefärbter« Harn entleert worden sein.

Den Krystallisationskern der Steine bildet meist ein Schleimpfröpfchen, oder nd ein kleiner festweicher Körper: Eiter-, Blut-, Epithelialpfropf etc., um welchen sich steinbildenden Stoffe niederschlagen.

In sehr geringen Mengen und selten ist Kieselerde in Steinen beobachtet. Dagegen let sich häufiger kohlensaurer Kalk neben kohlensaurer Magnesia. Man beobachtete r und da Mörtelstückchen im Harn bei Simulation von Harnsteinen oder rngries.

Schema zur Untersuchung der Harnsteine und anderer Konkretionen (nach v. GORUP-BESANEZ).

Für die Analyse der Harnsteine (und anderer Konkretionen) unterscheidet man (v. Go-BESANEZ): 1) vollkommen verbrennliche Steine, 2) zum Theil verbrennliche, 3) unver-nnliche.

Um diese Unterscheidung machen zu können, wird ein kleines Stückchen des Steines ge-vert und von diesem Pulver eine Messerspitze als Probe auf einem reinen Platinblech über r Weingeist- oder Gasflamme erhitzt. Die vollkommen verbrennlichen Steine bestehen r aus organischen Materien; meist sind aber organische und anorganische Stoffe gemischt, dass sich das Pulver auf dem Platinblech schwärzt, verbrannt aber mehr oder weniger Asche zurücklässt. Auch Steine, welche ganz (d. h. der überwiegenden Hauptmasse h) aus anorganischen Stoffen bestehen, schwärzen sich bei dem Glühen, da ihnen stets s organische Materie beigemischt ist, sie brennen aber leicht weiss, ohne dass sich eine liche Volumveränderung erkennen lässt.

I. In vollkommen verbrennlichen Konkretionen kann enthalten sein, in Harnsteinen: nsäure, harnsaures Ammoniak, hippursaures Ammoniak, Xanthin, Cystin; in anderen kretionen: Cholestearin, Gallenfarbstoff (beide in Gallensteinen), Fibrin, Albumin oder re.

II. In zum Theil verbrennlichen Konkretionen können enthalten sein: harnsaures Natron, saurer Kalk und alle unter I. angegebenen Stoffe.

III. Die unverbrennlichen Steine enthalten keine organische Beimischung.

A. Steine, welche beim Erhitzen auf Platinblech ohne oder mit geringem Rückstand verbrennen.

1) Man löst von dem Pulver eine sehr geringe Menge auf einem Porzellanscherben in n Tropfen Salpetersäure und dampft nun auf möglichst kleiner Flamme unter fortwähren-Blasen und Wegnehmen des Scherbens von der Flamme zur Trockene.

a. Es entsteht eine rothgelbe Färbung, die mit einem Tröpfchen Ammoniak, das man der Seite langsam zufliessen lässt, schön purpurroth wird: der Stein enthält Harnsäure exidprobe S. 86).

Kocht man eine Portion des Steinpulvers mit Aetzkali, so entsteht keine Ammoniak-ickelung (durch den Geruch und feuchtes, in den Ammoniakdämpfen sich bräunendes umapapier nachzuweisen), wenn der Stein aus reiner Harnsäure besteht. Besteht er aus saurem Ammoniak, so zeigt sich beim Kochen Ammoniak.

[2] a. Gibt der Versuch der Murexidprobe kein Resultat, wird die abgedampfte salpeter-Lösung nicht roth, sondern citronengelb, mit Kali rothgelb, beim Erhitzen violett-so kann der Verdacht auf Xanthin entstehen. Es ist in kohlensaurem Kali unlöslich.

b. Entsteht bei dem Abdampfen der Salpetersäure eine **dunkelbraune Färb** der Stein in kohlensaurem und kaustischem Ammoniak löslich, **aus letzterer Lösung** i skopischen sechsseitigen Tafeln krystallisirend und durch Essigsäure **daraus fällbar** man das ebenfalls äusserst seltene Cystin vor sich.]

B. Steine, welche beim Erhitzen auf Platinblech einen beträchtli Rückstand hinterlassen.

1) Der Rückstand schmilzt leicht vor dem Löthrohre.

Verbreitet beim Erhitzen den Geruch nach Ammoniak, noch deutlicher bei wärmen mit Kali, ohne Aufbrausen in Essigsäure löslich, aus dieser Lösung durch niak krystallinisch fällbar, Glührückstand weissgrau: Phosphorsaure Amm Magnesia.

2) Der Rückstand schmilzt nicht vor dem Löthrohr.

a. Rückstand weiss, nicht alkalisch, braust weder vor noch nach dem Glühen mit aus der salzsauren Lösung durch Ammoniak fällbar. Die essigsaure Lösung, mit ox Ammoniak versetzt, scheidet oxalsauren Kalk aus: basisch phosphorsaurer Ka

b. Die frische Probe von Essigsäure nicht angegriffen, von Mineralsäuren ohne Auf gelöst und durch Ammoniak niedergeschlagen. Der Rückstand nach dem Glühen Platinblech alkalisch, mit Säuren brausend: oxalsaurer Kalk.

c. Die Probe verbreitet beim Glühen stark weisses Licht, braust schon vor dem mit Säuren, wird aus der neutralisirten, salzsauren oder aus der essigsauren Lösun oxalsaures Ammoniak gefällt: kohlensaurer Kalk.

3) Die Probe gibt die Murexidprobe, enthält also Harnsäure, hinterlässt aber beim einen Rückstand.

a. Dieser schmilzt vor dem Löthrohr und ertheilt der Löthrohrflamme tensiv gelbe Färbung: harnsaures Natron.

b. Verhält sich wie *a.*, gibt aber keine gelbe Flamme, sondern eine violette und salzsauren Lösung mit Platinchlorid einen gelben Niederschlag: harnsaures Kal

c. Schmilzt nicht vor dem Löthrohr und verhält sich nach dem Gl kohlensaurer Kalk: harnsaurer Kalk (2 *c.*).

d. Schmilzt nicht vor dem Löthrohr, der Rückstand löst sich unter schwach

[redacted]

d peripherische Nerven geführt, dort abgelagert und wahrscheinlich mittelst der Galle theilsise im Kothe entleert.

Es gehen in den Harn über (v. Gorup-Besanez): I. Unverändert:

a) von anorganischen Stoffen: die Athemgase mit der Kohlensäure, kohlensaure kalien, Salpetersäure, chlor-, bor-, kieselsaure Alkalien, Chlor-, Jod- und Bromalkalien, mmoniak- und saure Salze. In sehr grossen Mengen eingeführt, oder bei fortgesetzter Einhr in kleinen Mengen Salze der schweren Metalle: Gold, Zinn, Wismuth, Blei, Kupfer, ecksilber, Zink, Chrom, auch Arsen und Antimon. E. F. Hamburger constatirte, dass h Eisen bei grösseren Gaben in den Harn übertritt, jedoch nicht als solches, sondern in er organischen Verbindung, in welcher es durch die gebräuchlichen Eisenreagentien nicht chweisbar ist.

b) von organischen Stoffen: freie organische Säuren gehen nach Wöhler wenigns theilweise unverändert in den Harn über (während neutrale pflanzensaure kalien im Harn als kohlensaure Alkalien auftreten und den Harn alkalisch machen), auch rin- und Hippursäure, Rhodankalium, Kaliumeisencyanür, Chinin, Morphin, Strychnin, cin, Harnstoff, die meisten Farb- und Riechstoffe gehen ohne oder mit nur geringer änderung in den Harn über. Wöhler konnte im Harne wiederfinden die Pigmente von: go, Krapp, Gummigutt, Rhabarber, Campêcheholz, Rüben, Heidelbeeren; dann die Riechfe von: Valeriana, Knoblauch, Asa foetida, Kastoreum, Safran, Terpentin.

Durch die Farbstoffe von Rheum und Senna, zwei sehr häufig gebrauchte Arzneiel, kann der Urin so gefärbt werden, dass ein Verdacht auf Blut entstehen kann, die nfarbe kann durch sie tiefroth werden. Solcher Harn wird durch einen Zusatz einer ralsäure heller lichtgelb, während bluthaltiger Harn dadurch nicht aufgehellt, eher kler wird.

Theilweise finden sich im Harn wieder: Traubenzucker, Rohrzucker, Mannit und ohol, in übergrossen Mengen in den Magen gebracht oder direct ins Blut eingespritzt.

II. Nicht wieder gefunden wurden im Harn, auch nicht irgendwie verändert n Magen aus: Kampher, Harze, Bernsteinsäure, Gallensäuren, Anilin, Moschus, Aether, kusroth, Lakmus, Chlorophyll und Alkannafarbstoff.

III. Chemisch verändert erscheinen im Harn: freies Jod als Jodkali; hwefelkalium als schwefelsaures Kali, saures schwefligsaures und unterschwefligsaures tron als schwefelsaures Natron; Kaliumeisencyanid als Cyanür; Gerbsäure als Gallussäure; zoë-, Zimmt- und Chinasäure, dann Bittermandelöl und Benzoëäther, erscheinen als ppursäure, Nitrobenzoësäure als Nitrohippursäure; Salicin als salicylige Säure, Salicylre, Saligenin; Toluylsäure als Tolursäure; Aepfelsäure, Asparagin als Bernsteinsäure; rnsäure als Kohlensäure, Oxalsäure und Harnstoff; Xanthogensäure als Schwefelwasserff; Glycin als Harnstoff und Harnsäure; Theïn und Theobromin als Harnstoff (?); oxanthin, Allantoin, Leucin als Harnstoff; Kreatin als Kreatinin und Harnstoff; lylsulfokarbamid (Thiosinnamin) als Rhodanammonium; Amygdalin als Ameisensäure; digoblau als Indigoweiss; Santonin als rothgelbes Pigment; neutralpflanzensaure lkalien als kohlensaure Salze; doppeltkohlensaure Alkalien als phosphorsaure und utralkohlensaure Alkalien; Ammoniaksalze (Salmiak, kohlensaures und ameisensaures Amniak) zum Theil als Harnstoff. — Die Untersuchungen wurden von Wöhler, Lehmann, Ranke, Meissner, Salkowski u. v. A. angestellt. Chinin erscheint nach Kerner als Dihyxyl-Chinin, nach Guyochin als Chinidin, nach Personne zum geringen Theil unverändert, meist in »harzige Substanzen« verwandelt.

Systematischer Gang der Harnuntersuchung für ärztliche Zwecke.

1) Beabsichtigt man quantitative Untersuchungen zu machen, so hat man zuerst die während einer bestimmten Zeit (24 Stunden) entleerte und genau, ohne allen Verlust gesam-

eine andere durch Salpetersäurezusatz nach den angegebenen Regeln. Entsteht e lum, so ist Eiweiss vorhanden. Ueber alkalischen Harn cf. oben S. 582. Zu der Prüfungen muss das Eiweiss-Koagulum abfiltrirt werden. Das Koagulum ist *a*) we besteht es höchst wahrscheinlich aus reinem Albumin; *b*) grünlich, dann entsteht dacht auf Gallenbeimischung zum Harn; *c*) bräunlich, braunroth, man hat dann Bl muthen.

6) Ist der Harn abnorm gefärbt

a. roth, rothbraun, schwarz, so hat man auf Blut oder gelösten Blutfarbstoff suchen. Hellt sich solcher Harn bei einem Zusatz einer Mineralsäure auf, so kommt von den Farbstoffen des Rhabarber oder der Senna, die als Medikamente g wurden.

b. Ist der Harn braun, braunschwarz, grünlich, schäumt er beim Umschütteln ein eingetauchtes Papier gelb, so hat man die GMELIN'sche und PETTENKOFER'sche Gallefarbstoff (und Gallesäuren) zu machen.

c. Ist der Harn sehr wenig gefärbt, sehr reichlich und zeigt trotz seiner geri bung ein höheres specifisches Gewicht, so hat man auf Zucker zu prüfen mal kann zuckerhaltiger Harn auch tief-gelb gefärbt erscheinen.

7) Eine Probe des Harns versetze man mit der Hälfte des Volums concentri säure; färbt sich dieselbe nach kürzerer Zeit dunkel und scheidet sich beim Stehen Pulver ab, so zeigt dies die Gegenwart des Indigo an.

8) Riecht der Harn sehr penetrant, widerlich, an Schwefelwasserstoff erinnern oder schwärzt er ein in dem Harngefäss über dem Harn aufgehängtes Papier, wel mit Bleiessig getränkt hat, so entwickelt der Harn Schwefelwasserstoff. And stoffe, die zufällig in den Harn gelangten, kann man am Geruch erkennen.

Ueber quantitative Bestimmungen der einzelnen Harnbestandtheile cf. oben S.

Sechzehntes Capitel.

Die Haut namentlich als Sekretionsorgan.

Schweissbildung und Hauttalg.

Wir haben die Haut als Hülfsorgan für die Lungen kennen gelernt, noch in höherem Maasse sind sie das für die Nieren. Während die Kohlensäure-gabe durch die Haut und die damit correspondirende Sauerstoffaufnahme nur geringe Quantitäten erreicht, ist die Wasserabgabe der Haut, wobei das sser sowohl in Dampfform als insensible Perspiration als auch tropf-flüssig als Schweiss abgeschieden wird, unter Umständen eine sehr be-tende Grösse. Im Schweiss treten, wie im Harn, Salze, namentlich Koch-, unter Umständen auch Harnstoff, aus dem Blute aus, so dass sich hierin deutliche Analogie zwischen Nieren- und Hautthätigkeit ergibt.

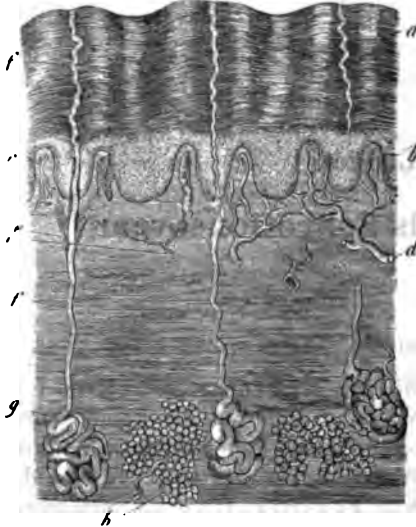
Es zeigt sich vor Allem in Beziehung auf die Wasserabgabe ein deutlicher tagonismus zwischen den Thätigkeiten der beiden Organe. Wenn die Wasser-gabe durch die Haut eine gesteigerte ist, zeigt sich die Wasserausscheidung ch die Nieren vermindert et v. v. Da die Hautthätigkeit vor Allem ch Wärme angeregt, durch Kälte herabgesetzt wird, so wird im Winter bei cher Flüssigkeitsaufnahme in den Körper im Verhältnisse mehr Wasser durch Nieren abgegeben als im Sommer, was durch die Beobachtung leicht be-ltigt werden kann.

Die Hautthätigkeit regulirt vor Allem die Wärmeabgabe des Organismus ıp. XVII), namentlich durch stärkere oder geringere Wasserverdunstung an er Oberfläche, wodurch eine grössere oder geringere Menge Wärme, um das sser dampfförmig zu machen, gebunden wird. Die Regulirung des Wärme-flusses wird durch die Hautbedeckung: die Haare unterstützt, als deren satz an nackten Körperstellen bei dem Menschen die Kleider fungiren. Die ut als Organ des Tastsinnes findet an einer anderen Stelle (bei den ınesorganen) ihre Besprechung.

Anatomisches über die Haut. — Die allgemeine Hülle des Körpers, die ssere Haut, besteht aus zwei in ihrer Dicke sehr verschiedenen Lagen, der dünneren, gefäss- und nervenlosen Oberhaut und aus der Leder-ut, in deren bindegewebige Grundlage zahlreiche Nerven und Gefässe ein-

treten (Fig. 146). In der Haut finden sich zweierlei Arten von Drüsen: drüsen und Schweissdrüsen. Als Anhänge der Haut sind zu n Haare und Nägel.

Fig. 146.



Die Haut des Menschen im senkrechten Durchschnitt. *a* oberflächliche Schichten der Epidermis; *b* MALPIGHI'sches Schleimnetz. Darunter die Lederhaut, nach oben bei *c* die Papille bildend, nach unten in das subcutane Bindegewebe ausgehend, in welchem bei *h* Ansammlungen von Fettzellen erscheinen; *g* Schweissdrüsen mit ihren Ausführungsgängen *e* und *f*; *d* Gefässe; *i* Nerven.

Die Lederhaut zerfällt i Schichten, in die eigentliche Le(und das Unterhautzellgewebe, v aus lockeren Maschenräumen von gewebe besteht, in denen Fettze grösserer oder geringerer Zahl u schiedener Füllung eingelagert sir eigentliche Lederhaut besteht aus gewebe, in welches zahlreiche el Fasern eingewebt sind. In dem Theile der Lederhaut, der Pars pap ist das Flechtwerk der sich kreu Bindegewebsbündel dichter als unteren Hälfte; dort ist das Gewe kerer, netzförmiger: Pars reti Die Lederhaut ist am dicksten Ferse, am dünnsten an den Auge und an dem äusseren Gehörgang äussere Oberfläche ist mit Erhe besetzt, die an der Kopfschw Leistchen, an den meisten übrige stellen als Wärzchen oder Pa erscheinen: Hautwärzchen, papillen (Fig. 147). Sie stehen schiedenen Körpertheilen sehr ve den dicht, entweder regellos neb ander oder an der Hand- und Fussfläche in regelmässigen Wirbel- oder förmigen Reihen neben einander. An diesen Orten sind die Hautpapill

Fig. 147.



Drei Gruppen von Gefühlswärzchen der Haut des menschlichen Zeigefingers im Vertikalschnitt, Gefässschlingen, theils Tastkörperchen führend.

besten ausgebildet. Man kann sie in Gefässpapillen und Ne papillen scheiden. Namentlich in den letzteren finden sich die ne Tastorgane, die Tastkörperchen u. a., welche bei dem Hautsinn nähere Beschreibung erfahren werden. In jede Gefässpapille steigt ei fässschlinge empor, deren Schenkel sich dicht, manchmal spiralig gedr

ander anschmiegen. In der Lederhaut finden sich reichlich (KÖLLIKER) organische Muskelfasern: unter der Haut des Hodensacks bilden sie eine zusammenhänge Lage, die Erectilität der Brustwarze rührt von ihnen her. Ueberall, wo Haare und Talgdrüsen stehen, finden sie sich ebenfalls. Letztere entspringen unter der Epidermis und ziehen schief zum Haarbalg, an dem sie sich festsetzen.

Ueber die Oberfläche der Lederhaut, welche sich durch ein glashelles Häutchen, Glashaut, in welches ovale Kerne eingebettet sind, nach aussen abgrenzt, legt sich die Epidermis, die Oberhaut. Sie folgt allen Vertiefungen und Erhebungen der Lederhautoberfläche, so dass durch sie auch die zierlichen Linien nicht verwischt werden, in welchen die Wärzchen und Leistchen der Haut gereiht sind. An denselben Stellen, an welchen die Lederhaut sich verdünnt oder verdickt, thut dieses auch die Oberhaut. Sie ist sehr dick in der Hohlhandfläche, Fusssohle und Ferse. Chemisch besteht die Epidermis aus Hornstoff, mikroskopisch ist sie aus Zellen zusammengesetzt, deren obere Schicht flache Zellenblättchen, die untere rundliche Zellen erkennen lässt, neben den sogenannten Stachel- oder Riffzellen, deren ganze Oberfläche über und über mit stacheligen Fortsätzen besetzt ist, mit denen die nachbarlichen Zellen auf das Innigste ineinander greifen. Die letztbeschriebenen Zellenformen finden sich auch in mehrfach geschichteten Epithelien, z. B. an der Mundhöhle (Fig. 32). Die obere Schicht der Epidermis wird als Hornschicht, die untere als Schleimschicht oder Rete Malpighii beschrieben; die Schleimschicht stösst an die Lederhaut; ihre Zellen sind weiche, feuchte, kernhaltige Bläschen; die untersten, der Lederhaut anliegenden Zellen haben eine längliche (cylindrische), die darüber liegenden eine kugelige Form. Gegen die Hornschicht platten sie sich immer mehr ab und verändern durch gegenseitigen Druck ihre Gestalt in die vieleckige. Die dunkle Hautfärbung verschiedener Hautstellen der Weissen und dunkeln Menschenracen: an den Genitalien, After, Brustwarze, Leberflecken und Sommersprossen etc., rührt von Farbstoffkörnchen her, die in den Zellen der Schleimschicht sich eingebettet finden. Die Lederhaut ist nicht gefärbt. Die Hornschicht ist trocken, härtlich, ihre Zellen unregelmässig gestaltete Schüppchen, die aber unter Anwendung quellender Substanzen (Essigsäure, Alkalien) die Bläschenform wieder annehmen können. Beim Neger ist die Hornschicht nicht schwarz, sondern nur leicht gelblich oder bräunlich gefärbt.

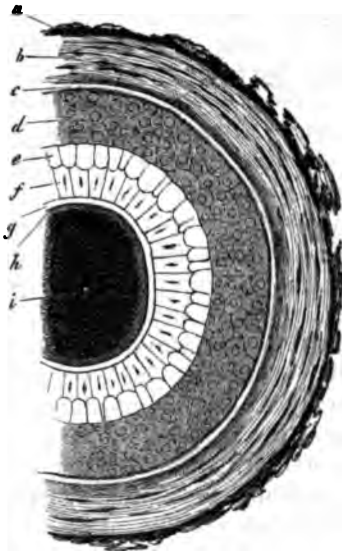
Die Lederhaut enthält Lymphgefässe und Lymphräume, in ihren unteren Lagen finden sich Lymphgefässnetze (TEICHMANN). Die Papillen sollen physiologisch keine Lymphgefässe haben, in hypertrophirte Papillen der Fusssohle dringen einzelne blind endigende Lymphgefässäste ein (TEICHMANN).

Die Lederhaut ist sehr nervenreich. Die Nervenendigungen in den Tastkörperchen werden bei den Sinnesorganen besprochen werden, ausserdem besitzt die Lederhaut marklose Nervengeflechte, von denen Fasern in die Schleimschicht vordringen und dort mit knopfförmigen Anschwellungen endigen (LANGERHANS) (cf. unten).

Die Haare schliessen sich in ihrer Zusammensetzung der Epidermis an, sind wie jene Horngebilde. Sie finden sich mit Ausnahme weniger Stellen (Hand- und Fusssohle) auf der ganzen Körperoberfläche, jedoch von sehr verschiedener Dicke und Länge. Die schlichten Haare sind rundliche Cylinder,

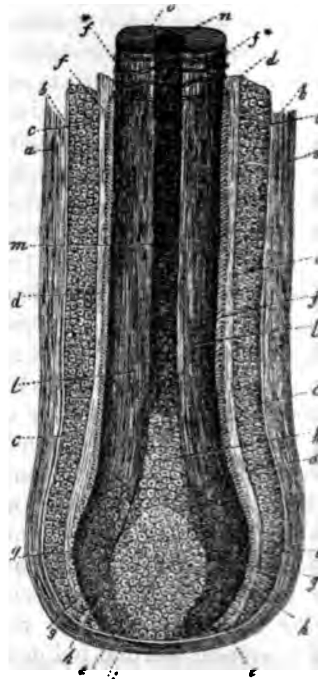
die krausen mehr oder weniger plattgedrückt. Sie sind fest, dehnbar, sehr hygroskopisch. Man unterscheidet an jedem Haare die in die Haut eingesenkte Wurzel und den frei hervorragenden Schaft. Der Schaft besteht bei den aus gebildeten Haaren aus Oberhäutchen, Rindensubstanz und Marksubstanz. Das Oberhäutchen besteht aus dachziegelförmig über einander gelagerten flachen kernlosen Epidermisblättchen und bildet einen dünnen Beleg der Rindensubstanz, die die Hauptmasse des Haares darstellt. Sie hat ein streifig faserig Aussehen und besteht aus langen, abgeplatteten, verhornten Zellen, die schicht weise neben und aufeinander liegen. Diese Zellen enthalten häufig Luft u Pigmentkörnchen. Eine Marksubstanz fehlt meist den feinen Haaren (nach gewöhnlicher Sprachweise unbehaarten Körperstellen, den Wollhaar hier und da auch den Kopfhaaren. Sie bildet einen aus rundlich eck Zellen bestehenden, in der Mitte des Haares gelegenen Strang. Diese Ze sind mit fein vertheilter Luft angefüllt, die als glänzende Kügelchen ersch (Fig. 148). Am unteren Ende schwillt der Haarschaft keulenförmig an Haarzwiebel, die mit ihrer trichterförmig ausgehöhlten Basis ein Wärz

Fig. 148.



Querschnitt durch ein Kopfhaar sammt dem Balge, etwas unterhalb der Mitte des letzteren, 350 mal vergr. *a* Längsfaserhaut des Haarbalges wenig entwickelt. *b* Querfaserschicht mit Bindegewebskörperchen. *c* Glashaut. *d* Aeussere Wurzelscheide. *e* Innere Wurzelscheide, äussere Lage. *f* Dieselbe, innere Lage. *g* Oberhäutchen des Haarbalges. *h* Oberhäutchen des Haares. *i* Haar selbst.

Fig. 149.



Haarwurzel und Haarbalg des Menschen; bindegewebige Balg; *b* dessen glashelle I schicht; *c* die äussere, *d* die innere Wurzelsc *e* Uebergang der äusseren Scheide in den knopf; *f* Oberhäutchen des Haars (bei *f'* in von Querfasern); *g* der untere Theil dess *h* Zellen des Haarknopfs; *i* die Haarpapille; len des Marks; *l* Rindenschicht; *m* luftha Mark; *n* Querschnitt des letzteren; *o* der I

er Lederhaut, die Haarpapille umgreift, welches eine birn- oder zwiebelrmige Gestalt besitzt und sonst die Structur einer Gefässpapille zeigt. Der nterste Theil der Haarzwiebel, mit dem sie auf der Haarpapille aufitzt, besitzt den Bau der Schleimschicht der Epidermis, sie besteht aus denlben rundlichen, weichen, feuchten, kernhaltigen Zellen (Fig. 149). Weiter afwärts differenziren sich die drei Schichten des Schaftes mehr und mehr; die zusammensetzenden Zellen tragen aber alle noch einen jugendlichen Chaakter, sie sind noch deutlich kernhaltig und anstatt wie später mit Luft, noch it Flüssigkeit gefüllt. Die Haarzwiebel steckt in einer Einstülpung der äusseren ut, die als ein Säckchen: Haartasche, unten mehr ausgebuchtet, oben mit ger Oeffnung, das in ihm befindliche Haar umgibt. Der Haarbalg besteht einer zarten Lederhaut-, mit Glashaut- und Oberhautschicht; er ist eine stülpung der gesammten Haut. Die Epidermis des Haarbalges bildet die nannte Wurzelscheide, welche sich der Haarwurzel ringsum anschmiegt. Grunde des Haarbalges gehen die Zellen der Wurzelscheide in die der rzwiebel über. Die Haare stecken schief in der Haut, die obenerwähnten kelfasern setzen sich so an dieselben an, dass bei ihrer Contraction die Haare aufrichten, und etwas über die Hautoberfläche erheben: Gänsehaut.

Zur Entwickelungsgeschichte. — Nach STIEDA und FEIERTAG ist beim Embryo das Stadium der Bildung eines Haars eine lokale Wucherung von Epidermiszellen, woh ein in die Cutis hineinwuchernder Fortsatz, der Haarkeim entsteht, aus welchem sich, h innere Differenzirung, der Haarschaft und die Haarscheiden oder Wurzelscheiden ickeln, während der Haarbalg aus dem umgebenden Bindegewebe der Cutis hervorgeht. Neubildung von Haaren im späteren Alter geht dagegen von einer Zellenherung der äusseren Haarscheide aus, wodurch ein sekundärer Haarkeim gebildet wird, als entsteht ein neues Haar auf der alten Papille.

Zur vergleichenden Physiologie. — Ueber Tasthaare und ihre Nerven cf. bei sinn. R. BONNET findet die Haarpapille bei den schwellkörperlosen Haarbälgen der sthiere vollkommen nervenlos, sie hat nur die Bedeutung eines Keimlagers, dagegen findet n all diesen Haarbälgen einen in Bau und Lage übereinstimmenden nervösen Termiapparat. Dicht an der Glashaut bilden markhaltige Nervenfasern längsverlaufende ingen oder Cirkeltouren um den Balg; diese Fasern endigen als nackte Axencylinder, insie theils einen in Glashautlängsfalten gelegenen Terminalfasermantel bilden, der parallelen, lanzettförmig sich verbreiternden, alle ziemlich in einem Niveau endigenden ten Axencylindern besteht, theils umspinnen sie ringartig den Terminalfasermantel, ausservon demselben in den Querfältchen der Glashaut verlaufend. Bei den Bälgen der Schwellper besitzenden Haare durchbohren nach BONNET mehrere grössere Nervenstämmdie äussere Scheide; indem sie sich verästeln, bilden sie in der innern Balglage ein förmiges Geflecht, die Fasern der oberflächlichen Lage des letzteren durchbohren die aut, verlieren ihr Mark und bilden einen Endknospenmantel, der die Wurzelscheischwellung überzieht. Auch im tiefer gelegenen Wurzelscheidentheil finden sich einzelne knospen, welche mit den Fasern der tieferen Lagen des erwähnten Geflechtes verbunind. Bei Ratte und Maus umspinnt ein eigenes Nervengeflecht den Haartaschenhals.

Die Nägel sind stark verhornte Epidermispartien, an denen sich Horn-Schleimschicht unterscheiden lässt, mit denselben zelligen Elementen, die ei der Epidermis kennen gelernt haben. Der Theil der Lederhaut, auf em der Nagel aufruht: das Nagelbett, erhebt sich zu (von hinten nach laufenden) Leistchen mit Papillen. An dem hinteren und den beiden

seitlichen Rändern des Nagelbettes erhebt sich die Lederhaut zu eine Nagelfalz, in welchem die Wurzel und die Seitenränder des Nagel lagert sind.

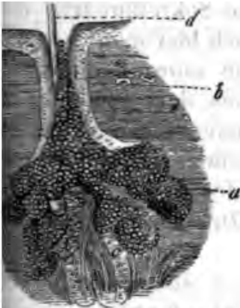
Die Schweissdrüsen kommen in reichlicher oder spärlicherer fast in der ganzen Haut des Körpers vor, sie fehlen nur an der Eichel d des; an der concaven Fläche der Ohrmuschel, wo man sie bisher vermis haben sie Stieda und Hörschelmann nachgewiesen. Man unterscheidet a den eigentlichen Drüsencanal, welcher die Haut durchbohrt und als Sc pore an der Oberfläche mündet, und das knäuelförmig aufgewundene E Canalschlauches, das als rundes Körperchen entweder noch in der Schicht der Lederhaut oder an der Grenze dieser und des Unterhautzell liegt. In der Achselgrube sind sie sehr entwickelt und bilden eine zus hängende Schicht unter der Lederhaut. Der Schweissdrüsencanal best einer Membrana propria, welche von rundlich eckigen Zellen in ein- od facher Lage ausgekleidet wird. Sie stimmen in Form und Verhalten Zellen der tiefern Schicht des Rete Malpighii zusammen; sie enthalte Fett- und Farbstoffkörnchen. In der Wand der grösseren Schweissdrüsen, lich bei denen in der Achselhöhle, findet sich eine förmliche Lage orga Muskelfasern; an anderen kleineren und weniger entwickelten zeigen sich ebenfalls Muskelfasern, aber weniger reich und regelmässig g Der von dem Drüsenknäuel aufsteigende Ausführungsgang ist in der Le wenig geschlängelt, die Oberhaut durchsetzt er, indem er seine W verliert und nur als Lücke zwischen den Epidermiszellen erscheint, i zieherartigen Windungen; seine Oeffnung auf der Oberfläche der Ep (Schweisspore) ist meist etwas trichterförmig erweitert.

Die Ohrenschmalzdrüsen gleichen den Schweissdrüsen im B finden sich im knorpeligen Theile des Gehörganges zwischen seine bedeckung und dem Knorpel. In dem Drüsenknäuel zeigt sich das [redacted]

:hlich mit Fett erfüllt sind, aber auch meist noch einen Kern wahrnehmen ;en.

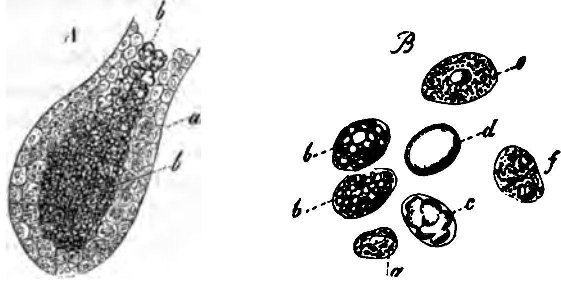
Die Schweiss- und Ohrenschmalzdrüsen sind mit einem reichlichen Kapil-rnetze umsponnen, das den kleineren Talgdrüsen fehlt. Darauf beruht die rschiedene Mechanik ihrer Sekretbildung. Während der Schweiss unter den

Fig. 150.



.. Talgdrüse. a Die Drüsen-...chen; b der Ausführungs-...; c der Balg eines Wollhaars; d der Schaft des letzteren.

Fig. 151.



A Ein Drüsenbläschen einer gewöhnlichen Talgdrüse, 250mal vergr. *a* Epithel scharf begrenzt, unmittelbar übergehend in die fetthaltigen Zellen; *b* im Innern des Drüsenschlauches. *B* Talgzellen aus den Drüsenschläuchen und dem Hauttalge, 350mal vergr. *a* Kleinere fettarme, noch mehr epithelartige kernhaltige Zelle; *b* fettreiche Zellen, ohne sichtbaren Kern; *c* Zelle, in der das Fett zusammenzufliessen beginnt; *d* Zelle mit Einem Fetttropfen; *e*, *f* Zellen, deren Fett theilweise ausgetreten ist.

edingungen des gesteigerten Druckes in den Hautkapillaren abgesondert wird, t das Sekret der Talgdrüsen kaum etwas anderes als der Inhalt der in fettiger etamorphose zerfallenen Drüsenzellen. (Zur Entwickelungsgeschichte und rgleichenden Anatomie cf. Cap. I. und in folgenden Capiteln.)

Schweiss und Schweissabsonderung.

Der Schweiss des Menschen ist, obwohl Schottin Spuren eines Farbstoffs fand, anscheinend farblos, durchsichtig, normal bei Beginn der Sekretion unten) sauer reagirend, von verschiedenem Geruch je nach den Hautstellen, denen er gewonnen wurde. Der künstlich gesammelte Schweiss ist meist Hauttalg und Epidermisschuppen verunreinigt, daher trüb. Er gehört zu wasserreichsten Sekreten, sein fester Rückstand schwankt nach den vorhdenen Analysen zwischen 0,4% und 2,2%. Die Hauptmasse dieses Rückndes besteht aus Kochsalz von 0,2—0,6%. Ausserdem finden sich in Fette, flüchtige Fettsäuren: Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Pronsäure und nach Einigen normal Harnstoff (Funke, Favre u A., ich konnte nicht konstatiren). Unter den anorganischen Salzen findet sich neben dem chsalz, das die Hauptmasse derselben ausmacht, auch Chlorkalium, phosrsaures Kali, phosphorsaurer Kalk und Magnesia und Eisenoxyd. Wir sehen, sind die Blutsalze, welche im Schweiss den Organismus verlassen. Favre l eine eigenthümliche, stickstoffhaltige Säure, Schweisssäure, im weisse aufgefunden haben. Berzelius erwähnt Ammoniaksalze.

Wir sehen Schweiss an der Hautoberfläche auftreten durch alle Mo welche den Blutdruck in den Kapillaren der Schweissdrüsen über ei stimmte, unbekannte Grösse erhöhen, also bei Vermehrung des Wass Blut und in den Organen, durch Trinken, besonders lauwarmer Getränke; anderweitig (auch durch manche Medicamente und Gifte) erhöhten Dr Arteriensysteme, Erweiterung der Kapillaren der Schweissdrüsen und de Wir sehen Schweiss mit Röthung der Haut aus der letztgenannten Ursac treten bei gesteigerter Temperatur der umgebenden Luft, besonders wer selbe stark mit Wasserdämpfen geschwängert ist. Die Sekretion trit wohl auf dem Wege der Filtration und Diffusion ein; auch hier mag, wi Harne, neben der Functionirung der Epithelzellen die saure Reakti Schweissdrüseninhaltes den Uebertritt des Albumins aus dem Blute i Schweiss hindern. Nur ein Theil des Drüsensekretes stammt direct au Blute; ein anderer, vor Allem das Fett, rührt von fettigem Zerfall der D zellen her. Die organische Muskulatur der Haut und der Drüsen sell theiligt sich an dem Auspressen des Sekretes aus den Drüsenschläuche Knäueln.

Es bestehen vasomotorische nervöse Einflüsse auf die Sch bildung. Neuerdings hat man auch eigentliche Schweissnerven n wiesen. An Pferden hat Huxley experimentirt, Luchsinger an jungen K welche an den haarfreien Stellen der Pfoten leicht schwitzen. Reizun Ischiadikus bringt Schweissabsonderung hervor; die Drüsennerven ver nach seinen Erfahrungen im Ischiadikus, weiterhin im Bauchstrang des S thikus, das Centrum der Schweissnerven der Hinterpfoten li Rückenmark zwischen dem 9. Rücken- bis 5. Lendenwirbel. Nach Na gehen »an der Grenze des Brust- und Lendenmarks« nur die Schweissn für die unteren Extremitäten ab. Er findet das allgemeine Schweissce für obere und untere Extremitäten im verlängerten Mark. Für die Extremitäten gehen die Schweissnerven, was Luchsinger im Allgemein stätigt, am 4. Brustwirbel aus dem Rückenmark ab, verlaufen dann im strang nach dem Ganglion stellatum, treten dann in den Plexus brac schliesslich in den N. medianus (und ulnaris) über.

Je nach dem Reichthum der Hautstellen an Schweissdrüsen ist die Sch absonderung an einer Stelle der Haut stärker als an der andern, Stirn Achselhöhlen schwitzen am stärksten. Krause zählte auf einem □" Ha der hinteren Rumpfseite 440—600 Drüsen, ebensoviel an der Wange, Ober- und Unterschenkel; 940—1090 an der Vorderseite des Rumpfes, Stirn, Vorderarm, Hand- und Fussrücken, 2685 an der Sohle, 2736 a Handfläche. Die Gesammtzahl (ohne die Schweissdrüsenknäuel der Achse rechnet sich danach etwa auf 2380248 (Krause), da der Gesammtflächenraum der Schweissabsonderung dient, eingerechnet die Drüsen der Achselhöhle 39653 Cubikzoll beträgt (Krause) (Ueber die Oberfläche des Mensc körpers cf. auch oben S. 543). Diese grossen Zahlen lassen begreifen, w Schweissabsonderung dann, wenn die Bedingungen zu ihrer Entstehung sammentreffen, eine sehr grosse sein kann. Nach den Bestimmungen Fa der den Schweiss in einem Schwitzbade auffing, während die Versuchsp darin nackt auf einer Metallrinne lag, in welche der Schweiss abfloss, b

e in $1^1/_2$ Stunde entleerte Menge zwischen 1500 und 2500 Gramm. In einem witzbade verlor ich während 17 Minuten 1280 Gramm Schweiss. Unter anren Umständen kann bei vollkommener Gesundheit die Schweissbildung ate lang ganz unterbleiben. Manche Personen schwitzen sehr leicht und viel, dere wenig, ohne dass sich immer ein Grund dafür in der allgemeinen rperbeschaffenheit auffinden liesse. StarkeMuskelanstrengung wirkt wie die teigerte äussere Temperatur schweisstreibend. Auch psychische Einflüsse, . Furcht, sehen wir oft auf die Schweissbildung von beförderndem Einfluss. kwürdig ist es, dass unter Umständen die Hemmung, welche der Schweissdung entgegensteht, krankhaft so bedeutend werden kann, dass auch bei mmentreffen aller Schweiss befördernden Momente doch die Haut nicht Schwitzen kommt. In anderen Krankheitsfällen ist es umgekehrt. Ein erzeig, dass es sich hierbei um auch sonst wirksame Absonderungseigenlichkeiten handelt, liegt darin, dass nach starker Schweissbildung diese s auch bei scheinbarem Fortbestand der Bedingungen dazu nachlässt.

Mit der stärkeren Absonderung und zunehmenden Schweissmenge nehmen h Funke die organischen Stoffe im Schweisse ab, die anorganischen zu. Die secernirten Partien Schweiss reagiren sauer, die späteren neutral, selbst lisch. Die saure Reaktion und der Schweissgeruch rührt zumeist von n Fettsäuren her.

Nach A. Moriggia's Versuchen an Thieren wäre der Schweiss der Fleischsser gewöhnlich sauer, der der Pflanzenfresser meist alkalisch; der Reize stärker fliessende Schweiss an den Pfoten der Katze ist alkalisch. uchsinger und D. Trümpy.)

In dem Sekrete der Ohrenschmalzdrüsen überwiegen die Fette und erbindungen fetter Säuren. Neben den anorganischen Salzen findet sich n und Margarin, aber auch ein Albuminat und ein löslicher bitterer Stoff. Mikroskop zeigt in dem Ohrenschmalz Fettzellen, freies Fett, Cholesterintalle, Epithelialzellen der Oberhaut. Das Sekret der Talgdrüsen besitzt enannten mikroskopischen Elemente ebenfalls. Frisch abgesondert ist dase halbflüssig, ölig, an der Oberfläche der Haut erstarrt es. Es enthält ausser er ein caseïnähnliches Albuminat, Fette, Palmitin, Oleïn, Seifen mit den äuren der genannten Fette und anorganische Salze, die qualitativ mit n des Schweisses übereinstimmen, quantitativ überwiegen aber die phossauren Erden. Die vernix caseosa stimmt chemisch mit dem Hauttalge ein. Das Smegma praeputii soll eine Ammoniakseife enthalten. Es eht stets zum grössten Theil aus abgestossenen Epidermiszellen der Eichel.

Hautthätigkeit bei krankhaften Zuständen.

Für den Arzt sind die Veränderungen der Hautsekretion in Krankheiten sehr wichtig. bekannt, dass eine der häufigsten Krankheitsursachen in Einflüssen auf die Hautober-: Erkältung besteht, von welcher wir anzunehmen gewöhnt sind, dass sie direct auf rspiration einwirke.

Der Schweiss zersetzt sich sehr leicht, es wird dabei wahrscheinlich durch die Bildung ger Fettsäuren seine Reaktion noch saurer als normal, oder sie wird bei stärkerer Ab-

sonderung und durch den Zerfall stickstoffhaltiger Stoffe (Harnstoff?) alkalisch, wobei Amm niaksalze auftreten.

Ueber die krankhafte Veränderung der chemischen Zusammensetzung des Schweiss sind nur wenige sichere Angaben vorhanden. Am sichersten konstatirt ist ein bedeutend Harnstoffgehalt (SCHOTTIN u. A.) des Schweisses bei gehinderter Harnstoffaus scheidung durch die Nieren, wie sie bei organischen Nierenleiden u Cholera vorkommen kann. Der Harnstoffgehalt des Gesichtsschweisses kann in der Chol so gross sein, dass er sich, wie das Kochsalz sonstigen starken Gesichtsschweissen, als ein kr stallinischer glänzender Beleg nach dem Ver sten des Wassers auf der Haut abscheidet (Fig. 1 Um den Harnstoff zu erkennen, löst man etwas dem abgeschabten Belege der Haut in Alkohol, dampft im Wasserbade bis fast zur Trockne prüft den gebliebenen Rückstand durch Zusatz wenig Salpeter- oder Oxalsäure, mit welchem rakteristische, krystallinische Verbindungen Harnstoffs entstehen. Lässt man concentrirte H stofflösung und reine (nicht rauchende) Salp säure unter dem Mikroskop zusammenfliessen, bilden sich zuerst stumpfe Rhombenoktaëder, die sich immer mehr Massentheilchen anlegen. entstehen endlich rhombische oder hexagonale feln. Der spitze Winkel derselben misst 82°. A lich schlägt sich der Harnstoff aus seinen Lös durch Zusatz concentrirter Oxalsäurelösung ni in hexagonalen Tafeln, oder seltener als viers Säulchen (Fig. 153).

Fig. 152.

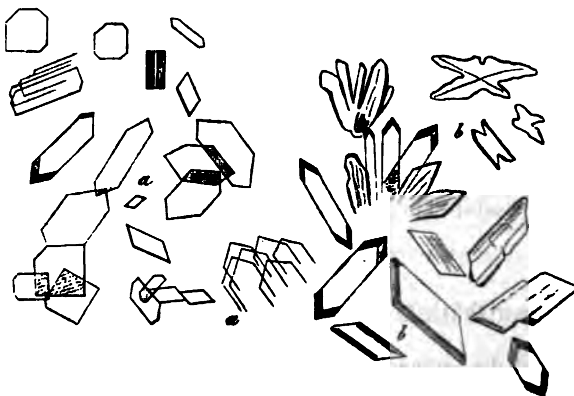


Krystallisation des Harnstoffs. *a* Auskrystallisirte vierseitige Säulen. *b* unbestimmte Krystalle, wie sie aus alkoholischer Lösung anzuschiessen pflegen.

Im Schweiss Diabetischer konnten NASSE u. A. Zucker nachweisen.

Im stinkenden Fussschweiss finden sich durch faulende Epidermisabschup gen, Drüsensekret und Schmutz: Leucin, Tyrosin, Baldriansäure, Ammoniak

Fig. 153.



Krystalle der Verbindungen des Harnstoffs mit Salpetersäure und Oxalsäure. *aa* Salpetersaurer Harnstoff. *bb* Oxalsäure.

Im Hitzestadium bei Wechselfieber soll sich im Schweiss viel buttersau Kalk zeigen.

Im Schweiss »Steinkranker« soll sich Harnsäure finden.

Im klebrigen Schweisse bei Rheumatismus acutus will man Albumin gefunden haben.

Der Schweiss zeigt sich hier und da gefärbt. Bei Icterus können vielleicht die Gallenfarbstoffe den die Wäsche manchmal gelb färbenden Farbstoff abgeben. Man hat rothe und blaue Schweisse beobachtet, als Grund der letzteren konnte BIZIO in einem Falle Indigo erkennen. FORDAS glaubt, dass die blaue Farbe auch von Pyocyanin herrühren könnte (s. Eiter), wofür auch wahrscheinlich eine Beobachtung SCHWARZENBACH's spricht (Ueber die Farbstoffe cf. das Nähere oben Cap. II. S. 89). Der rothe Schweiss erhält seine Farbe meist von Beimischung von Blut. FERRAES beobachtete bei Paralytikern an der Kopfhaut wahre Blutungen aus den Schweissdrüsen: A. v. FRANQUE sah rothen, blutkörperchenhaltigen Schweiss bei einer hysterischen Frau, es gingen zuerst Schmerzen in den später blutschwitzenden Hautpartien voran. M. TITTEL beobachtete dreimal Blutschwitzen an einem sonst gesunden jungen Manne. Auch ältere Beobachtungen der Art existiren. Der Ort des Blutschwitzens ist vorzüglich die Stirne, Brust, Achselhöhle, Hände, zuweilen tritt es nur einseitig auf. Congestionen zu den betreffenden Hautpartien scheinen stets die Hauptursache der Affektion zu sein. Bei »gelbem Fieber« finden sich nicht selten blutige Schweisse. — Auch schwarze Schweisse an ganz lokalisirten Hautstellen (Augenlidern z. B.) wurden, wie es scheint, sicher beobachtet (Chromhydrose).

Einige Medikamente gehen in den Schweiss über, dessen Zusammensetzung sie also verändern. SCHOTTIN fand im Schweiss eingenommene Bernsteinsäure und Weinsäure wieder. Nach Einnahme von Benzoësäure soll der Schweiss wie der Harn Hippursäure enthalten. Nach Mittheilungen von G. BERGERON und G. LEMATTRE lassen sich im Schweisse von Individuen, welche arsensaures Kali oder Natron innerlich bekamen, diese Salze unverändert nachweisen. Arseniksaures Eisen zersetzt sich: das Eisen wird durch den Harn (s. oben S. 612), Arsensäure durch den Schweiss ausgeschieden. Jodquecksilber erscheint im Schweiss als Quecksilberchlorid, während Quecksilberchlorid selbst unverändert in den Schweiss übergeht. Jodkalium konnten sie im Gegensatze zu Andern im Schweiss nicht auffinden.

Die Unterdrückung der Hautthätigkeit. — Sie wird als Krankheitsursache bei Erkältungen vielfältig vorausgesetzt (cf. unten folgende Seite) und wirkt bei Hautkrankheiten sicher mit. Man bestrich, um die Wirkung des Ausschlusses der Hautthätigkeit experimentell zu beobachten, die Haut von Thieren mit einem luftdichten Ueberzug, z. B. mit Firniss (Leinölfirniss, Gummi etc.). Es zeigt sich, dass die lackirten Thiere nach kürzerer oder längerer Zeit zu Grunde gehen. Der Tod tritt bei kräftigen Thieren später ein als bei schwächlicheren; nach GERLACH bei Pferden erst nach mehreren Tagen. Wenn man nicht die ganze Haut gefirnisst, sondern eine grössere oder kleinere Stelle derselben frei gelassen, so werden die Erscheinungen um so geringer, je grösser die freibleibende Hautpartie ist. Nach EDENHUIZEN gehen aber Kaninchen noch zu Grunde, wenn mehr als $^1/_8$ ihrer Körperoberfläche der Perspiration verschlossen ist. Unmittelbar nach dem vollkommenen Ueberzuge sinkt bei ungehinderter Wärmeabgabe die Temperatur meist bis zum Tode, ebenso die Athmungs- und Pulsfrequenz. (Ueber die Athemchemie lackirter Thiere, cf. oben S. 519 u. 586.) Ist die bestrichene Stelle nur klein, so findet sich statt eines Sinkens der Athemfrequenz ein Steigen derselben. Es scheint, dass neben dem Sinken der Temperatur, Athemfrequenz und Pulsfrequenz ein »febriler Zustand« durch das Lackiren erzeugt werde, welch letzterer das charakteristische Bild der Herabsetzung der genannten Functionen bei geringer Ausdehnung der gefirnissten Fläche verdecken könne. GERLACH sah dem Absinken der Temperatur und der anderen Functionen bei Pferden stets eine Steigerung der Herzaktion und Athmungsfrequenz vorausgehen. Das Temperaturabsinken beobachtete er erst bei nahendem Tode. Die Thiere zitterten und magerten sehr rasch ab. Einige Stunden vor dem Tode traten als Zeichen gestörter Rückenmarksthätigkeit Krämpfe in verschiedenen Muskel-

gruppen ein. Bald nach dem Lackiren fand SOCOLOFF im Harn Eiweiss. Die Secti eine diffuse parenchymatöse Entzündung der Nieren.

Was ist die Todesursache bei dem Ausschluss der Hautathmung? Die Vers FOURCAULT, GERLACH, DUCROIS, BECQUEREL-BRESCHET, MAGENDIE, GLUGE etc. erga Ueberfüllung der Gefässe, Blutanhäufung im Herzen und Erguss in die Höhlen de von serösen Flüssigkeiten, zum Beweise, dass die Nieren und Lungen die sekr Thätigkeit der Haut nicht übernommen haben; GERLACH fand bei Pferden eine Verm der Harnabsonderung. Es ergaben die Sectionen weiter: Hyperämie der Lungen, Leber, Milz, wässerige Ergüsse in die Pleura- und Bauchhöhle, Blutaustritt mosen) der Magenschleimhaut, Blutüberfüllung und Oedem der Haut, alles Bewe eingetretenen Lähmung der Gefässnerven (FEINBERG). Man dachte vielfältig daran, leicht die zurückgehaltenen Stoffe, welche im Schweiss ausgeschieden werden, »Pe retentum«, die Ursache der Erkrankung sein könnten. EDENHUIZEN sah in der u Ueberzuge eiternden Haut Tripelphosphatkrystalle (phosphorsaure Ammoniak-M Hatte er kleine Partien der Haut von der Bestreichung frei gelassen, so konnte er des Lebens (mittelst Hämatoxylinpapier) die Ausscheidung eines flüchtigen Alkali nac was bei gesunden Thieren nicht der Fall ist. Es ist fraglich, ob diese Ammoniakn sich nicht einzig auf die in den eiternden jauchigen Wunden unter dem eingerissen überzug, wie sie EDENHUIZEN bei seinen Thieren beschreibt, vor sich gehende Enste Ammoniak durch Fäulniss beziehen. Dass diese krystallinische Ausscheidung von Tr phat auch bei anderen Fäulnissprocessen im lebenden Thiere stattfinden kann, s Kaninchen, die ich mit Substanz aus brandigen Wunden geimpft hatte, und dere Unterhautzellgewebe unmittelbar nach dem Tode mit diesen Krystallen ganz durch Es scheint mir der Gedanke, dass es sich wenigstens bei einigen der beschriebene des Lackirens um Zurückhaltung der sonst im Schweiss ausgeschiedenen flü Säuren handelt, sehr naheliegend zu sein. Dass derartige Säuren im Schweiss nismus verlassen, steht fest. Ebenso ist bewiesen, dass durch Einführung von Säu Blut sowohl die Herzfrequenz als die Temperatur herabgesetzt werden kann. Die ei Gefässerweiterung an der überfirnissten Haut führt, wenn eine entsprechend grösste ganze Hautfläche dadurch verändert ist, die starke Temperaturabnahme herbei ROSENTHAL und LASCHKEWITZ als eine Todesursache ansprechen. Doch konnte SOCOL Verminderung der Wärmeabgabe, indem er die Thiere in Watte wickelte, den Tod nicht hinausschieben oder die Temperatur bedeutend erhöhen.

Bei Erkältung tritt zuerst (als Einleitung einer Erkrankung) eine Erweite Kapillargefässe: Hyperämie ein, entweder bei lokaler Erkältung an dem direct be Orte oder bei allgemeiner Erkältung an einem locus minoris resistentiae stets durc torische Uebertragung des Reizes von den Hautnerven auf die Gefässnerven des b Organs (HEINEKE). J. ROSENTHAL beobachtete, dass bei Kaninchen in einer Tempe 36—40° C. die Körperwärme sehr rasch auf 44—45° C. ansteigt, alle Gefässe und die werden erweitert, die Muskeln gelähmt. Dauert der Versuch nicht zu lange, so Zimmerwärme das Thier zur Norm zurück, aber seine Körpertemperatur sinkt normale auf 30° C. und weniger und kann Tage lang diesen niedrigen Stand e Diese Abkühlung ist offenbar eine Folge der Lähmung der Hautgefässe. Es fliesst d selben jetzt mehr Blut und das Thier wird abgekühlt. Wahrscheinlich tritt bei nannten »Erkältung« ein ähnlicher Zustand ein, dieselbe kommt bekanntlich auch raschen Uebergang aus abnorm heisser Luft in kalte vor, z. B. von einem Tanzsaal i Die grosse durch die Haut strömende Blutmasse wird rasch abgekühlt und damit inneren Organe.

Die Resorption durch die menschliche Haut.

Die Anwendung einer Reihe äusserlicher Medikamente, Mineralbäder etc. beruht auf der nahme einer Hautresorption. Zweifelsohne besteht eine solche für gasförmige Stoffe, LACH). Die Haut betheiligt sich bei der Athmung und absorbirt dabei Sauerstoff. Auch ige oder anästhesirende Gase können, wie es scheint, resorbirt werden, so dass sie von r Haut aus wirken: Blausäure, Schwefelwasserstoff, Aether, Chloroform etc., vielleicht rch die Schweissdrüsen.

Eine Resorption flüssiger oder salbenartiger Stoffe von der unveränderten, malen, menschlichen Haut aus ist dagegen bisher noch nicht sicher nachgewiesen. Die osmotischen Versuche mit Epidermis ergeben für die Aufsaugung ein negatives Resultat. t eine Aufnahme ein, so findet sie gewiss ebenfalls vor Allem durch die Drüsenmündung . VOIT fand mikroskopische Quecksilberkügelchen auf Durchschnitten der Epidermis, eine sogar in der Cutis, nachdem er an dem noch warmen Körper einer Hingerichteten der Beugeseite des Vorderames eine Portion graue Salbe eingerieben hatte. DONDERS Speichelfluss bei Hautentzündungen (Erysipelas) in Folge Quecksilberaufnahme in das t bei blossem Auflegen von Salben auf die entzündete Hautstelle eintreten. Dagegen konnte nach einem Fussbad mit Jodkalium nur dann Jod in den Sekreten, in die es, sowie n Organismus ist, sehr rasch übergeht, nachweisen, wenn die Verdunstung des Jods aus Bade nicht (durch eine Oelschicht) gehindert war, wobei die Aufnahme des Jodes durch Athmung stattgefunden hatte.

In ein neues Stadium ist die Frage über Hautresorption durch die Beobachtungen or's getreten. Er konnte durch genaue Versuche, theilweise an sich selbst angestellt, e Aufnahme von wässerig gelösten Stoffen durch die unveränderte Haut nachweisen. Er rimentirte mit warmen Bädern von $^1/_2$—2 Stunden Dauer, welche grosse Quantitäten von lium, Ferrocyankalium, Chlorkalium, schwefelsaurem Eisenoxydul, Belladonna, Digi- und Rhabarber enthielten. Er untersuchte Speichel und Harn, ohne jemals eine Spur im Bade gelösten Stoffe in ihnen auffinden zu können; nach Belladonnabad trat keine eiterung der Pupillen ein, nach Digitalis keine Pulsverlangsamung, nach Rhabarber färbte der Harn nicht roth. PARISOT zeigte nun, dass die Unfähigkeit der Haut, wässerige Stoffe sorbiren, von ihrem Fettüberzug, den dieselbe durch den Hauttalg erhält, herrühre. hte er die Stoffe in einem Medium gelöst auf die Haut, welches den Hauttalg auflöst und rnt, z. B. in Alkohol, Aether und am sichersten Chloroform, so stellte sich sogleich rption ein. Atropinlösung, mit Chloroform vermischt auf die Haut applicirt, bewirkte, die Stirn gehalten, in 3 Minuten Pupillenerweiterung, eine alkoholische Lösung be- kte dasselbe erst nach einer halben Stunde, eine wässerige, essigsaure dagegen nicht.

Bei Fröschen ist die Hautresorption leicht nachzuweisen; v. WITTICH machte Versuche positivem Resultat über Vergiftung von Fröschen durch verschiedene Lösungen von der t aus.

Die physiologische Hautpflege

t sich vor allem die Aufgabe der Reinlichkeit. Tägliche Waschungen des Gesammt- pers sind für das Wohlbefinden und die Gesundheit von grösster Wichtigkeit. Die Wir- g der Seife besteht in dem Auflösen des fettigen Schmutzes auf der Haut, der dem Wasser tzt. Nach LIEBIG steht der Verbrauch der Seife in directem Verhältniss zur Kultur- be der Völker. Die Reinlichkeit steht in demselben directen Verhältniss zur durchschnitt- hen Gesundheit. Man hat bei der militärischen Gesundheitspflege von Einrichtung gelmässiger Badegelegenheiten (Badezimmer in den Kasernen) für die Truppen

den wesentlichsten Einfluss auf den durchschnittlichen Gesundheitszustand (resp. Kranke stand) beobachtet. Es ist Pflicht, regelmässige Bäder den ärmeren Volksklassen dur städtische Einrichtungen zu ermöglichen. Keiner Corrections- oder Erziehungsanstalt d ein Badezimmer mit regelmässiger Benutzung fehlen.

Der Wechsel der **Leibwäsche** ersetzt wenigstens in etwas das tägliche Bad des Gesamm körpers. Die Leibwäsche saugt die Hautabsonderung in sich ein, sie nimmt in der L schwebenden Staub, der sich auf die Haut niederschlagen würde, auf und verhindert, name lich durch fortwährendes Trockenhalten der Haut, die Ansammlung von Schmutz. W schicken unsere Leibwäsche von Zeit zu Zeit an unserer Statt ins Bad (Pettenkofer). Währe der Nacht verliert das ausgezogene Taghemd sein hygroskopisch aufgesaugtes Wasser u wird dadurch wieder von neuem geschickt, seine Functionen nochmals zu erfüllen. Eben ist es am Tage mit dem Nachtheınd.

Specielle Physiologie.

II.

Physiologie der Arbeitsleistung.

I. Thierische Wärme.

Siebzehntes Capitel.

Die Wärmeerzeugung des menschlichen Organismus.

Wirkung abnorm niedriger und hoher Temperaturen auf den thierischen Organismus.

Wir finden alle thierischen Organismen mit einer von der Temperatur [illegible]er Umgebung in weiten Grenzen unabhängigen Eigentemperatur begabt. [illegible]r normale, erwachsene menschliche Körper hat in der Achselhöhle gemessen [illegible]e ziemlich konstante Temperatur von etwa 37° (37,5°) C.

In der Konstanterhaltung der thierischen Wärme besteht eine der Haupt-[illegible]nctionen des Blutes.

Wir haben das Blut als die Hauptursache der Wärmeproduktion in den [illegible]eren thierischen Organismen kennen gelernt. Auf seiner Fähigkeit, Sauer-[illegible] aufzunehmen und diesen den Organen zu ihren nöthigen Functionen zu [illegible]ergeben, beruht die Möglichkeit der Wärmebildung während des Lebens. [illegible]ald der Organismus aufhört, in physiologischer Weise Wärme zu bilden, [illegible]t er damit auf zu leben, da das thierische Leben zu allen seinen Functionen [illegible]e von aussen unabhängige Wärme bedarf. Aber auch noch abgesehen von [illegible]r organischen Oxydation, welche das Blut ermöglicht, regelt das Blut auch [illegible]rch seine Circulation die Wärme des Organismus und seiner Organe.

Die Betrachtung des Zellenlebens zeigte uns alle normalen organischen [illegible]rgänge von einer konstanten, mittleren Temperatur abhängig. Der Muskel, [illegible]r Nerv, die Drüsen werden in ihren Lebenseigenschaften beeinträchtigt, so-[illegible]e ihre Temperatur um einige Grade unter die Norm sinkt. Wir sehen die [illegible]ckung des Muskels, die Erregungsleitung im Nerven durch Kälte zuerst ver-[illegible]gsamt, dann ganz aufhören.

Bei lebenden Thieren (Kaninchen), deren Verhalten der **künstlichen Abkühlung** gegenüber [illegible]n studirte, zeigte sich, wenn die Temperatur bis zu einem gewissen Grad gesunken war, [illegible]e Bewegungsträgheit, dann Schwinden der Gehirnfunctionen. Der Tod durch Erfrieren [illegible]lgt durch eine Gehirnanämie (Blutleere), welche durch Herabsetzung der Herzthätigkeit

durch die Kälte eintritt. Das Herz functionirt ebenso wie alle Organe, unter die normale Te peratur erkältet, weniger lebhaft. Bei weissen Kaninchen wird der Augenhintergrund im T durch Erfrieren blass, anämisch; es treten allgemeine Muskelcontractionen ein, in denen Tod erfolgt (A. WALTHER). Die Abkühlung bei Kaninchen gelang bis zu + 15°. Wenn Körper diese Temperatur angenommen hatte, war eine selbständige Wiedererholung Thieres nicht mehr möglich. Die Herzfrequenz sinkt durch Erkältung sehr bedeutend. Kaninchen, deren Herz sich in der Minute normal etwa 100—150 mal contrahirt, sinkt bei e Erkältung auf + 20° C. die Frequenz der Herzschläge auf 50, ja auf 20 in der Minute. E lich steht das Herz ganz still. Winterschlafende Säugethiere zeigen eine viel bedeuten Resistenz gegen die Abkühlung. WALTHER konnte den Ziesel (Suslik der südrussischen Stepp einen Winterschläfer, bis auf + 4° abkühlen, ohne dass er die Fähigkeit verlor, sich s ständig wieder zu erholen, wenn er in eine wärmere Temperatur von circa 10 bis 12° C. bracht wurde. Es ist sehr bemerkenswerth, dass die Herzthätigkeit des Winterschläfers d die Temperaturerniedrigung nicht in so bedeutender Weise sinkt, als bei dem Kaninc Bei + 20° C. Körpertemperatur zeigte der Suslik noch 150 Herzschläge in der Minute.

Die Angaben der Reisenden in arktischen Gegenden bestätigen die Beob tungen über Erkältung bei Thieren auch für den Menschen. Dr. med. KANE, der berü Nordpolfahrer, beschreibt die Wirkung der übermässigen Kälte zuerst als in einer im mehr zunehmenden Unlust zur Bewegung bestehend; die Hemmung der Bewegung d Kälte steigt endlich bis zu einem so hohen Grade, dass die Aktion der Muskeln ganz unn lich wird. Bald tritt eine Umnebelung der Sinne und Unfähigkeit zu denken ein, die fast widerstehlich zum Schlafen zwingt. Der genannte kühne Reisende beschreibt diesen Zus des Erfrierens, der ihn mehr als einmal an die directe Grenze des Todes geführt hat, schmerzhaft und ungemein peinlich. Er konnte Nichts von der Annehmlichkeit des Schlä werdens bei dem Erfrierungstode bemerken, von welcher man im warmen Zimmer zu träu pflegt. Es stimmt diese Selbstbeobachtung KANE's zu den oben angeführten Ergebnissen physiologischen Experimente, welche eine Verzögerung und schliesslich eine vollkomm Unfähigkeit der Bewegungsleitung im Nerven, sowie eine steigende Bewegungsunfähigkeit Muskel ergeben.

Die Beobachtungen WALTHER's lehren, dass das erkaltete Thier, trotzdem dass s Lebensfunctionen schon vollkommen erloschen scheinen, doch wieder zum Leben zur gebracht werden kann. Wenn alle spontanen Bewegungen des erfrorenen Thieres (Kanincl vorüber sind, wenn das Herz nur noch ganz schwach und selten schlägt oder ganz aufgel hat sich zusammenzuziehen (bei einer Temperatur des Körpers von + 15 bis 20° C.), zwar von selbst, auch wenn man das Thier künstlich wieder erwärmt, keine Erholung m ein. Man kann aber dem Anscheine nach seit 40 Minuten durch Kälte getödtete Thiere wie vollständig beleben, wenn man, zugleich mit künstlicher Wärmezufuhr von aussen, kün liche Athmung einleitet. Das Gehirn und die Nerven können, nachdem sie so lange lähmt waren, dadurch wieder belebt werden. KÜHNE hat gezeigt, dass gefrorene Fros muskeln nach dem Aufthauen noch zuckungsfähig sein können. Die Beobachtung am Su ergibt, dass auch bei Warmblütern unter Umständen die Körpertemperatur sich dem Gefr punkte des Wassers sehr nähern kann (+ 4° C., ja sogar 2° C., HORVATH), ohne dass dadu die Lebensfähigkeit gänzlich erlischt. Die winterschlafenden Säugethiere zeigen eine gr Abhängigkeit ihrer Eigentemperatur von der Lufttemperatur. In den Höhlen der Murm thiere beträgt letztere im Winter + 8 bis + 5°. Sinkt die Temperatur unter 0°, so erwach die Thiere und VALENTIN sah, dass bei so niederer Temperatur der Winterschlaf gar ni eintritt. Er fand den Ueberschuss der Körperwärme über die Luftwärme bei Murmelthie im Winterschlaf verschieden je nach der Tiefe des Schlafes. Der Temperaturüberschuss trug im Mittel bei aus dem Winterschlaf erweckten Individuen 28°, bei schlaftrunkenen 1 bei leisem Schlaf 6°, bei festem Schlaf nur 1°,6. Das Leben wird durch die Kälte zuerst einige Zeit latent. HORVATH fand wie VALENTIN bei erwachten Thieren eine rasche Temperat steigerung mit der Steigerung des Stoffwechsels. Derselbe Ziesel, welcher schlafend

+9° C. (Körpergewicht 152 Gramm) in der Stunde 0,015 CO_2 und 0,014 Wasser abgegeben ..., steigerte seine Abgaben erwacht auf 0,513 CO_2 und 0,098 Wasser. Bei einem ein-...fenden Thier fand er die Körpertemperatur circa 2° niedriger als die Aussentemperatur. ... schlafen normal niemals länger ununterbrochen als 5 Tage.

G. COLASANTI hat Hühnereier mehrere Stunden einer Temperatur von — 7 bis — 10° C. ...gesetzt, ohne dass ihre Entwickelungsfähigkeit irgendwie gelitten hätte, obwohl der Ei-...alt durch die Kälte einen vollkommen festen Zustand angenommen hatte.

Wie der thierische Organismus seine Eigentemperatur unter der fortgesetzten Einwir-...g einer sehr bedeutenden Kälte nicht behaupten kann, so sehen wir seine Widerstands-...gkeit höheren Temperaturgraden der Umgebung gegenüber ebenfalls nicht unbegrenzt. OBERNIER ... in seinen Versuchen Säugethiere in einer konstanten äusseren Temperatur von 40° C. ...n in 2 bis 4 Stunden sterben, wenn er ihnen weder Wasser noch Nahrung reichte. Er ... dabei zu Anfang des Versuches die Eigentemperatur des Thieres etwas sinken, dann aber ...lich gleichmässig ansteigen, bis sie 45° erreicht hatte, wobei der Tod eintrat. Dem Tode ... zuerst ein Stadium der Ermattung und Schläfrigkeit voraus, dann folgten Allgemein-...pfe, die sich bis zum Tetanus steigern konnten. Der Tod trat unter Schwinden des Be-...sseins (Coma) ein. Es ist wahrscheinlich, dass bei diesem Versuche OBERNIER's die Thiere ... in einem mit Wasserdampf nahezu gesättigten Raum befanden. DE LA ROCHE u. A. ... 626) haben nämlich schon die Beobachtung gemacht, dass Thiere in einer mit Wasser-...pfen überladenen Luft selbst wärmer werden können als das umgebende Medium und ... um 2 bis 6° C. Dagegen fanden DE LA ROCHE und BERGER bei Kaninchen, die sie einer ...kenen Temperatur von +50 bis 90° C. ausgesetzt hatten, nur ein langsames Steigen der ...wärme (cfr. S. 639).

Ebenso wie auf den Gesammtorganismus sehen wir die gesteigerte Wärme auch auf die ...einen Körperorgane von Einfluss. Bei höherer Temperatur sehen wir alle organischen ...änge zuerst rascher verlaufen. In den Nerven sehen wir die Leistungsfähigkeit für die ...egung sowie die Erregbarkeit ansteigen. Höhere Grade der Wärme vernichten aber sehr ...ch die Lebenseigenschaft der Gewebe. Die Nerven und Muskeln, Blutkörperchen, Drüsen-...n sehen wir schon bei einer Erhöhung ihrer Temperatur um wenige Grade über die ...maltemperatur des Körpers plötzlich absterben, in Wärmestarre verfallen, welche auf ...r Gerinnung eines Theiles der in dem Gewebssafte gelösten Eiweisssubstanzen (Myosin ...) beruht. Bei Kaltblütern tritt diese Gerinnung und in deren Gefolge der Tod des Ge-...es schon bei +40° C. ein, bei Säugethieren und dem Menschen zwischen +49° und ... C., bei Vögeln erst bei +53° C. (KÜHNE). Das Protoplasma der Pflanzenzellen wird ... +46 bis 47° C. wärmestarr; das der Polythalamien und Amoeben schon bei 42 bis 43° (SCHULTZE). Degegen beobachtete HOPPE-SEYLER in den Thermen der Euganeen und ... Lipari lebende grüne Algen im Wasser bei einer Temperatur von +53° C. In den ...efelfreien Fumarolen bei Ischia fand derselbe Algen in einer mit Wasserdampf erfüllten ...sphäre leben bei +60° C. Uebrigens sind die Temperaturdifferenzen zwischen den ...ren (heisseren) und den tieferen (kälteren) Schichten der von den Thermen abfliessenden ...ser oft sehr bedeutend. HOPPE-SEYLER mass in einem Falle oben +44 bis 45°, unten ... +25°, in der tieferen Wasserschicht tummelten sich zahlreiche Fische, welche, in die ...en Schichten gebracht, sofort starben.

Die Körperwärme der Säugethiere liegt zwischen 36 bis 40° C., die der Vögel ...chen 40 bis 43° C. Die kaltblütigen oder nach BERGMANN wechselwarmen Thiere ... Warmblüter sind die gleichwarmen Thiere) zeigen bei verschiedenen äusseren ...peratureinflüssen verschiedene Temperaturen. Im Allgemeinen sind sie bei äusserer nie-...r Temperatur höher, bei äusserer hoher Temperatur niedriger temperirt als das Medium, ...n sie sich befinden, obwohl auch bei ihnen die Wärmebildung auf dem Stoffumsatz ...t. Der Frosch ist bei +15° um 0,3 bis 0,7°, bei 6° um 1 bis 2° wärmer als das um-...de Wasser (DUTROCHET). Nach einem einstündigen Aufenthalt in einer Luft von +45° be-

trug seine Temperatur nach HUNTER 27°. Hier schützt die Verdunstung an der feuchten I vor übermässiger Erwärmung, dem Schwitzen (cf. unten) analog.

Die Körpertemperatur des Menschen (cf. bei Athmung S. 534).

Wenn auch im Allgemeinen die Temperatur des menschlichen Organis eine konstante genannt werden kann, so setzt sich doch auch dieses Gle bleiben einer organischen Function aus regelmässigen Auf- und Abwä schwankungen zusammen. Es müssen sich selbstverständlich in der Wä des Körpers, die wir im letzten Grund als ein Produkt der Intensität der C dationsvorgänge im Organismus kennen gelernt haben (cf. bei Athmung S. 5 alle jene vielfältigen Schwankungen zu erkennen geben, die wir im Gesan organismus je nach seinen veränderlichen Allgemeinzuständen, vor Allem nach der Nahrungsaufnahme kennen gelernt haben, oder die sich in den zelnen Organen entsprechend den Verschiedenheiten in ihrer Lebensthätig ergeben.

Bei allen bisher betrachteten Lebensvorgängen zeigte sich an dem glei Individuum ein unablässiges Schwanken, ein Ansteigen und Absinken zum weise, dass im Organismus zu verschiedenen, nahe nebeneinander liegen Zeiten, z. B. schon im Laufe eines Tages die inneren Bedingungen seiner c nischen Verbrennung und Stoffumsetzung vielfältig wechseln. Die Sauers aufnahme, die Kohlensäure- und Harnstoffausscheidung, die Gallebildung, Bildung der übrigen Verdauungssekrete, die Muskelthätigkeit im Schlaf Wachen, ebenso die Gehirnthätigkeit etc. sehen wir niemals gleichblei sondern in mehr oder weniger ausgesprochener Regelmässigkeit während Tageszeiten in ihrer Intensität auf- und abwärts schwanken. Nur theilwe sind diese Schwankungen von der zu bestimmten Zeiten erfolgenden Nahru aufnahme abhängig, die Beobachtungen bei Individuen, denen während Beobachtungszeit keine Nahrung gereicht wurde, zeigen auf das Deutlic dass ein analoges Wechseln auch von dieser stark wirkenden Ursache u hängig, aus im Organismus selbst gelegenen Ursachen, regelmässig ein Diese Tagesschwankungen in der Intensität der Lebensvorgänge bilden Analogie zu den in grösseren Zeiträumen verlaufenden thierischen Leb perioden: Winter- und Sommerschlaf, Menstruation, Brunst, Haar- und Fe wechsel etc. Alle diese Verschiedenheiten hängen auf das Innigste mit verschiedenen Stärke der Verbrennungs- (Zersetzungs-) Vorgänge im leben Organismus zusammen. Den weit überwiegend grössten Theil der bei diesen mischen Vorgängen frei werdenden Kräfte sahen wir als Wärme auftreten; thierische Wärme wird also ähnliche Schwankungen wie jene erkennen las

Wir haben die verschiedenen Lebensalter als Repräsentanten verschied allgemeiner Zustände des Körpers, vor allem charakterisirt durch den lauf seines Stoffwechsels, kennen gelernt. BÄRENSPRUNG's thermometrische sungen zeigen uns analoge Verhältnisse bei den verschiedenen Lebensalt wie wir sie auch in Beziehung auf die Ernährungszustände derselben, auf Athmung, Organthätigkeit etc. gefunden haben. Wir sehen auch hier Greisenalter wieder zu kindlichen Verhältnissen zurückkehren. Nach Bä

s beträgt die Mitteltemperatur aus vielfältigen Messungen in den Körper-
n während der verschiedenen Lebensalter:

beim Neugebornen:		37,81
5— 9 Jahre alt:		37,72
12—20	-	37,37
21—24	-	37,22
25—30	-	36,91
31—40	-	37,10
41—50	-	36,87
51—60	-	36,83
80	-	37,46

Die Temperaturen bei verschiedenen Nahrungsweisen sind noch nicht näher sucht, doch ergaben die vorhandenen Bestimmungen deutlich eine Steige- der Temperatur mit der Nahrungsaufnahme überhaupt, wie sie die damit igerten chemischen Umsetzungen im Organismus erwarten liessen. Auch ır mag aus vielen Beispielen eine Bestimmung von Bärensprung angeführt en:

Um	5—7	Uhr	(Morgens im Bett) betrug seine Temperatur		36,68°	C.
-	7—9	-	(Kaffee)	-	37,16	-
-	9—11	-	—	-	37,26	-
-	11—1	-	—	-	36,87	-
-	1—2	-	—	-	36,83	-
-	2—4	-	(Mittagessen)	-	37,15	-
-	4—6	-	—	-	37,48	-
-	6—8	-	—	-	37,43	-
-	8—10	-	(Abendessen)	-	37,02	-
-	10—12	-	—	-	36,85	-
-	12—2	-	(aus dem Schlafe geweckt)	-	36,65	-
-	2—5	-	—	-	36,31	-

Die Tabelle zeigt die Temperatur nach dem Mittagessen während der Ver- ıgsperiode am höchsten. Wie nach dem Mittagessen findet sich dieses igen der Temperatur auch nach dem Frühstück. Bei dem (leichten) Abend- lässt sich keine neue Ansteigung erkennen. Es rührt das daher, dass ı den Abend aus inneren Gründen die Temperatur des Körpers so be- nd sinkt, dass eine durch das Essen gesetzte Steigerung durch das über- ende Absinken der Temperatur aus den inneren Ursachen verdeckt wird. meinen Beobachtungen, welche älteren entsprechen, ist die Temperatur Nahrungsaufnahme während der Abendstunden am niedrigsten. Lichtenfels Fröhlich sahen zwei leichte Erhebungen der Temperatur des Körpers trotz rungsenthaltung eintreten, die erste 11 Stunden, die andere 19 Stun- ıach der letzten Nahrungsaufnahme. Es scheint wahrscheinlich, dass der nismus, durch regelmässige Einhaltung der Essenszeiten an eine regel- ige Thätigkeit gewöhnt, diese auch bei Nahrungsenthaltung in der ersten nicht verändert. Meine Beobachtungen am hungernden Menschen ergaben weiten Hungertage die Hauptsteigerung der Temperatur auch auf 3 Uhr mittags, wohin sie bei Bärensprung in Folge der gebräuchlichen Mittag- szeit in Deutschland fällt.

Wenn schon aus diesen Beobachtungen sich ergibt, dass durch Nahrungaufnahme, und zwar in Folge der durch sie gesetzten Steigerung der Drüsenthätigkeit und damit der Oxydation, die Körpertemperatur erhöht werden kann, so ergeben die Bestimmungen an hungernden Thieren das gleiche Resultat von der entgegengesetzten Seite. Durch Nahrungsentziehung wird die Temperatur des hungernden Körpers erniedrigt. Nach Lichtenfels und Fröhlich sinkt die mittlere Temperatur des Menschen bei Nahrungsenthaltung von kürzerer Dauer auf 36,60 ° C., während sie bei normaler Nahrungaufnahme dafür 37,17 ° C. gefunden hatten. Chossat und Schmidt fanden bei verhungernden Thieren, dass sich etwa vom zweiten Tage an die nur wenig gesunkene Temperatur konstant erhält, erst gegen den Todestag sinkt sie stark ab. Eine verhungerte Katze starb mit einer Temperatur von 33 ° C. (Schmidt), ihre Normaltemperatur hatte zwischen 38 und 39 ° C. betragen.

An diese physiologischen Schwankungen der Temperatur schliessen sich Veränderungen der Körperwärme in Krankheiten an. Wir sehen in Fieberanfällen die Körpertemperatur ansteigen bis ziemlich weit über die normale Grenze; die höchste am Menschen beobachtete Fiebertemperatur scheint 44,5 ° C. Es wird von den besten Beobachtern angenommen, dass diese gesteigerte Körpertemperatur mit gesteigerten Oxydationen und vermehrtem Verbrauch von Körperstoff im Fieber Hand in Hand gehe. Man kann im Fieber eine gesteigerte Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe sowie Harnstoff nachweisen (S. 538 und unten). Bei starker Herabsetzung der organischen Thätigkeiten, wie sie bei fortgesetzten Schwächezuständen vorhanden zu sein pflegen, am auffallendsten gegen den Eintritt des Erschöpfungstodes, sehen wir die Temperatur bedeutend absinken. Bei Cholera sinkt die Temperatur in der Achselhöhle auf 26,6 ° C. Die eben angeführten Temperaturextreme, 44,5 ° C. bei Fieber und 26,6 ° C. bei Cholera, scheinen mit der Erhaltung des Lebens unverträglich zu sein. Danach liegt die Grenze nach abwärts beim Menschen höher als bei Säugethieren, namentlich bei Kaninchen (und Winterschläfern). Vögel, deren Wärme normal etwas höher ist als die der Säugethiere, sterben, wenn ihre Eigentemperatur auf 26 ° C. gesunken ist.

An der Hervorbringung der Körpertemperatur betheiligen sich die einzelnen Organe je nach dem Grade ihrer Thätigkeit. Gesteigerte Nerventhätigkeit durch geistige Beschäftigung steigert nach J. Davy die Körpertemperatur um etwa 0,3 ° C., dauernde Muskelanstrengung hebt sie nach demselben Autor um 0,7 °. Forel, E. Calberla fanden beim Bergsteigen eine Erhöhung der Temperatur um 0,2 bis 0,5 ° C. im Rectum und der Achselhöhle. Ziemssen zeigte, dass der Grund für die im letzten Falle gesteigerte Wärme in den Muskeln selbst zu suchen sei. Auch einige Zeit nach dem Sistiren der Bewegung der Muskeln geht die Erwärmung noch fort, wie sich durch Temperaturerhöhung der über den Muskeln liegenden Hautstellen (bis um 4 ° C.) zu erkennen gibt. Gelähmte Glieder, deren Muskeln in Unthätigkeit verharren, zeigen eine niedrigere Temperatur als die analogen nicht gelähmten desselben Körpers. Durch elektrische Reizung kann in ersteren die Temperatur der normalen angenähert werden. Die Temperaturzunahme durch Muskelaktion entsteht sehr rasch.

Abgesehen von den allgemeinen Wärmeschwankungen des Körpers durch die wechselnde Intensität der Organthätigkeit, zeigen auch die verschiedenen

rpertheile, äusserliche und innerliche, keine gleiche Temperatur. rührt dies hauptsächlich von der Verschiedenheit der Blutzufuhr und von damit verbundenen Verschiedenheit in der Grösse der Zersetzungsvorgänge verschiedenen Organen her. In dem Bindegewebe sehen wir die Lebensgänge weniger lebhaft verlaufen als in dem Drüsen-, Muskel- und Nervenebe. Wir müssen daraus erwarten, dass z. B. die aus Bindegewebe vor m bestehende Haut normal etwas weniger hoch temperirt sein müsse als bevorzugteren Organe. Die definitive Entscheidung dieser Frage wird daeh unmöglich, dass auf der Hautoberfläche eine starke, beständige Abkühg stattfindet, welche für sich die Hauttemperatur herabsetzt. Das Bindewebe der Haut fanden Becquerel und Brechet um 2,1° C. weniger warm die Körpermuskulatur. Die Baucheingeweide, namentlich die Leber, en eine höhere Temperatur als Lungen und Gehirn. Die Temperaturmesen in der Achselgrube geben um 0,25 bis 0,5° C. niedrigere Werthe die unter der Zunge in der geschlossenen Mundhöhle. Scheide, Mastdarm, e sind um etwa 1° C. wärmer als die Achselgrube.

Das Blut, in welchem selbst nur eine sehr geringfügige Wärmeproduktion tfindet, hat aber die wichtige Aufgabe, die verschiedenen Temperan der einzelnen Organe, indem es bei der Circulation in den höher tempen Wärme aufnimmt und in den weniger warmen Wärme abgibt, auszuiehen. Auf diese Weise wird die Blutcirculation zum Regulator der rischen Wärme.

Das Blut besitzt in verschiedenen Gefässen eine verschiedene Temperatur. schoff, G. v. Liebig, Cl. Bernard, Ludwig u. A. haben dafür die experitellen Beweise geliefert. In den Hautvenen ist das Blut kälter als in Hautarterien, da es in ersteren einen Theil seiner Wärme an die Haut abeben hat. Dagegen steigt die Temperatur des Blutes, während dasselbe die en: die Nieren, Leber, Speicheldrüsen, oder die Muskeln durchsetzt, am llichsten bei erhöhter Thätigkeit dieser Organgruppen. Die Vena cava suior, welche das Blut aus Theilen des Körpers zurückbringt, welche der Abung vor Allem ausgesetzt sind, zeigt sich etwas kühler als das Blut der a cava inferior, welche das Blut namentlich aus den arbeitenden grossen en dem Herzen zuführt. Das Blut des rechten Ventrikels ist meist wärmer das des linken, welches nach Durchsetzung der Lunge eine Abkühlung eren hat (cf. S. 547). Stets sind aber die gemessenen Unterschiede in der temperatur, wie sich aus der grossen Geschwindigkeit der Blutbewegung selbst erwarten lässt, nur gering.

H. Kronecker und M. Ph. Meyer construirten verschluckbare kugelförmige Maximalrmometer, sowie cylinderförmige, welche geeignet sind, im Blutgefässsystem lebender re zu cirkuliren: Schwemmthermometer. Damit beobachteten sie (an Hunden), dass die ere Temperatur im Magen um etwa 0,5° niedriger ist als im Rectum. Durch Nahrungsahme steigt im Magen, aber auch ziemlich gleichzeitig im Rectum, die Temperatur um 1,3°, dasselbe bewirken chemische, mechanische und psychische (?) Reize. Am ersten gertag sinkt die Magentemperatur, hebt sich aber später wieder. Die niedrigste Blutperatur innerer Theile ergab die Vena azygos 37,7°, gleichzeitig die Vena renalis 38,2°, ter Herzventrikel 38,3°, mittlerer rechter Lungenlappen resp. Pulmonalarterie 38,4°, en des 24 Stunden hungernden Thieres 38,6°, Rectum 39,5°.

Die Wärmeregulirung des Organismus.

Wie verhält sich der Organismus gegenüber verschiedenen äusseren Ein wirkungen auf seine Körpertemperatur? Wodurch ist der Organismus de Warmblüters befähigt, seine Eigentemperatur bei relativ sehr verschieden Aussentemperaturen in den angegebenen Grenzen annähernd konstant zu erhal ten? Eine wirklich konstante Temperatur besitzt der Organismus nicht.

Wir haben gesehen, dass in extremen Fällen die Wärmeregulirungseinric tungen des Organismus nicht im Stande sind den äusseren Einflüssen auf Dauer einen ausreichenden Widerstand entgegenzusetzen. Auch geringere Gr der Einwirkung jener Agentien sehen wir nicht spurlos an dem Körper vorüb gehen. So zeigt sich, dass ein Aufenthalt in heissen Klimaten mit einer erke baren Steigerung bis zu 1° C. der Mitteltemperatur verknüpft ist bei Individu welche in einem kälteren Klima zu wohnen gewöhnt sind (J. Davy, Brow Séquard). Die Körpertemperatur sinkt bei stundenlangem Aufenthalt in Kälte, besonders wenn derselbe mit gezwungener Körperruhe verbunden (z. B. in der Kirche im Winter), etwa um 1° C. (J. Davy). Alle die beobacht Schwankungen halten sich aber in verhältnissmässig engen Grenzen, wel nur verständlich werden, wenn Regulirungseinrichtungen der Tem ratur fort und fort, den äusseren Einwirkungen entsprechend, thätig wer Ein Theil dieser Regulirung wird von uns willkürlich und mit Absicht in T tigkeit gesetzt (Muskelbewegung, Kleiderwechsel, Heizung, kalte Bäder, k Speisen etc.). Ein anderer Theil erfolgt ohne unseren Willen, vor Allem ref torisch.

Pflüger's u. A. Versuche (cf. Athmung S. 534) beweisen, dass gesteige Wärmeverlust des Organismus, wodurch dessen Normaltemperatur herabge zu werden droht, durch gesteigerte Thätigkeit der wärmeerzeugenden Org Steigerung des Wärme producirenden Stoffwechsels, ausgeglichen, ja üb compensirt werden kann. Ausserdem aber wirken noch eine Reihe and Momente für die Wärmeregulirung mit.

Der Körper kann Wärme verlieren: durch Leitung, Strahlung Verdunstung.

Die Körperwärme abführenden Organe, deren Thätigkeit sich je nach d Bedürfniss des Körpers modificirt, sind vor Allem die Haut und die Lung Durch Leitung können beide Organe entsprechend ihrer Oberfläche Wärme an umgebende Medium, Luft oder Wasser, abgeben. Das Wärmeleitungsvermög der Luft ist sehr gering, das des Wassers viel besser. Je dünner bei dem Mensch an einer Hautstelle die Epidermis, welche die Wärme schlecht leitet, je weni erstere behaart ist, um so stärker wird von ihr der Wärmeabfluss durch Le tung sein können, wenn wir sie unbekleidet beobachten. Ein anderer w wesentlicherer Faktor ist die Ausdehnung und Füllung der Blutgefässe in Haut. Auch die Gestalt der Organe ist nicht gleichgültig für den Wärmeverl Uebereinstimmend mit der Erfahrung, dass die Wärmestrahlung und Leit aus schmalen, spitzigen Körpern mit relativ grosser Oberfläche leichter stat findet, sehen wir die Nasenspitze, Ohren, Finger und überhaupt die Extre täten sich leichter und rascher abkühlen als den Rumpf. Am mächtigsten wir

Verdunstung auf den Wärmeabfluss. Bei einer schwitzenden Haut tritt ockener, bewegter Luft ein Maximum der Wasserverdunstung und also auch Wärmeverlustes ein. Die Abkühlung in den Lungen nimmt, da die Temtur in der ausgeathmeten Luft mit der rascheren Athemfolge nicht nennensth sinkt, mit der Zahl und dem Umfang der Athemzüge direct zu; ebenso zunehmender Geschwindigkeit des Blutstromes in den Lungen.

Je nach der Verschiedenheit der Fälle sehen wir die genannten Regulatoren entsprechendem, verschiedenem Grade in Wirksamkeit treten. Eine Verrung der äusseren Temperatur bringt zuerst eine Erweiterung der tgefässe in der Haut hervor. Das reichlicher aus den inneren wärmeren ganen zugeführte Blut steigert die Temperatur der Haut, welche dann durch hlung und Leitung eine bedeutendere Wärmemenge abgeben kann. Die öhte Flüssigkeitsmenge in dem Hautgewebe, welche der gesteigerten Blutuhr entspricht (Turgor), erhöht auch die Verdunstung. Bei noch höheren seren Wärmegraden sehen wir endlich Schweissbildung eintreten und damit rch gesteigerte Verdunstung den Wärmeabfluss so bedeutend gesteigert, dass h der Körper selbst sehr hohen Temperaturen, so lange er schwitzen kann lange die Luft nicht mit Wasserdampf gesättigt ist und die Hautthätigkeit ht sistirt), anzupassen vermag. Blagden und Andere nach ihm hielten es hrere Minuten in einer trockenen Wärme von + 79° C. aus, A. Berger und la Roche 8 bis 16 Minuten bei 100° bis + 127° C. Blagden sah dabei seine nperatur nur um 1° C. steigen. Bei Kaninchen beobachtete man ebenfalls in er trockenen Wärme von 50° bis 90° C. nur eine Steigerung der Temperatur wenige Grade (cfr. S. 633).

Unter Umständen können die angeführten Wärmeregulatoren »gelähmt« n, so dass sie unzweckmässig, zu stark oder zu schwach wirken. Auf Durchneidung des Rückenmarkes am Halse sinkt die Körpertemperatur, wir sehen Thiere fortleben, aber gleichsam kaltblütig geworden. Durchschneidung Sympathicus am Halse oder an den Lendenwirbeln bewirkt ebenfalls eine ringe) Herabsetzung der Körperwärme, um so bedeutender, je umfangreicher r durch die Durchschneidung gelähmte Gefässbezirk. Die Experimente von lüger, Voit u. A. (cf. Athmung S. 534) beweisen, dass hierbei auch eine Veränderung der Wärme producirenden Processe im Körper eintritt. Ein weiterer nd der Temperaturerniedrigung liegt in einer durch die Rückenmarksdurchneidung gesetzten Erweiterung der peripherischen Blutgefässe, durch eine gesteigerte Hauttemperatur und dadurch gesteigerter Wärmeuss gesetzt wird. Solche Thiere leisten jeder Abkühlung nur einen geringen derstand. Setzt man künstlich ihren Wärmeabfluss durch Einhüllung z. B. ab, so sieht man sie nicht mehr kälter, sondern die Hauttemperatur dem gegerten Blutzufluss entsprechend wärmer werden (Tscheschichin). Beschleugung der Circulation im ganzen oder namentlich in den peripherischen ganen steigert den Wärmeabfluss des Körpers. Auch künstliche, gesteirte Athmung kann (an curaresirten Thieren) die Temperatur herabsetzen mann, Riegel). Ebenso kalte Wassereinspritzungen in das Rectum.

Aehnlich wie in den vorliegenden Fällen, in welchen die Differenz zwischen Temperatur des umgebenden Mediums und der Wärme abgebenden Obere gesteigert und dadurch der Wärmeabfluss proportional gemehrt wurde,

kann offenbar das Sinken der Temperatur auch auf einer vorübergehenden dauernden Verbesserung des Wärmeleitungsvermögens der Organe ber Das Leitungsvermögen des Wassers wird durch Auflösung von Salzen i verbessert, wie schon die Versuche von TRAILL ergaben. Mit der krank oder physiologischen stärkeren Concentrirung der thierischen Flüssigkeiten also wohl das Wärmeleitungsvermögen ebenso steigen, wie ich das für d vanische Leitungsvermögen derselben beweisen konnte. Die Beobacht am Winterschläfer im Vergleich mit anderen Thieren zeigen deutlich, sich bei den sich hier ergebenden Unterschieden im Widerstande geg Kälte vor Allem um besseres Leitungsvermögen der Organe für Wärme h müsse. Sicher sind hierin die Thierarten und auch einzelne Individue selben Species sehr verschieden. Die Zugvögel und Wanderthiere könne der Abkühlung nicht genügend trotzen. Nach den Messungen PARRY's dagegen die Wärme arktischer Thiere bei einer Temperatur der Lu —30° immer noch +35 bis 40° C.

MANTEGAZZA beobachtete Temperaturerniedrigung im Innern des Kör schmerzhafter sensibler Reizung. HEIDENHAIN glaubt, dass diese Temperaturabnahm reflectorische Reizung des vasomotorischen Centrums und Beschleunigung der Blutcir zu Stande komme, doch war das Resultat bei starker directer electrischer Reiz Rückenmarks selbst inkonstant.

Aerztliche und hygieinische Bemerkungen. — Das gesteigerte Abkühlu mögen, welches wir durch gewisse Gifte eintreten sehen: Alkohol, Morphium, I Nicotin, Curare, sowie durch gesteigerte Muskelaktion (A. WALTHER), beruht zum T analogen Veränderungen der Gefässlumina wie nach Rückenmarks- oder Gefässnerve schneidung. Das Nicotin (Tabak) erweitert, wenn nicht heftige Krämpfe durch hervorgerufen werden, die peripherischen Gefässe. Aehnlich wirken Vergiftung mit und Alkohol. Besonders die letztere Thatsache ist wichtig, da der Volksaberglau Branntwein im Gegensatz zu den beobachteten Wirkungen eine wärmende Eigensc erkennt. Anstatt seine Wohnung zu heizen, trinkt der Arme Branntwein. Die St der Wärme im subjectiven Gefühle beruht auf einer durch den Alkohol gesetzten erweiterung, welche den frierenden Theilen für den Augenblick mehr Wärme zufü Ganzen aber die im Körper vorhandene Wärme übermässig rasch verbraucht. A wird also nur gut und warm gekleidete, gut genährte Individuen d zu erwärmen vermögen. Die Todesfälle durch Erfrieren im Winter beziehen gegen zur übergrossen Mehrzahl auf mangelhaft gekleidete Betrunkene. Nach C. u. A. ist Alkohol im Fieber ein Temperatur herabsetzendes Mittel. Er wirkt auch h auf die postmortale Temperatursteigerung (cf. diese). PARKES constatir bei vollkommen gesunden Männern Alkohol (Cognak) in mässigen Gaben bei Ruhe un ternem Magen die Temperatur im Rectum 1 bis 3 Stunden nach der Aufnahme hera Ein analoges Urtheil ist über ein anderes Volksmittel, sich in strenger Kälte zu erw abzugeben: die Muskelbewegung. Auch für sie fand WALTHER, dass sie die Wärm erleichterte, und zwar aus demselben Grunde wie der Alkohol. W. WINTERNITZ hat i sinnreichen Apparate die Schwankungen der Wärmeabgabe an der Haut je nach de reichthum derselben bestimmt. Bei Gliedern, künstlich nach der Methode von E blutleer gemacht, war die Wärmeabgabe bis zu 25,6% geringer als bei normal strömten; mechanisch oder durch Senfspiritus erzeugte Hauthyperämien lassen die abgabe um 92,45% ansteigen. Im Fieber fand er die Wärmeabgabe 8,4% vermind

Das grösste Gewicht in der Reihe der abkühlenden Momente legt WAL die Steigerung der Circulation. Wir sehen in Folge gesteigerter Wärme des

ts auch eine Ansteigung der Pulsfrequenz eintreten. Die täglichen Wärmeschwankungen ben den täglichen analogen Pulsschwankungen etwas voran. Liebermeister hat erwiesen, s mit der krankhaft gesteigerten Temperatur im Fieber in entsprechender Weise der ls ansteige. Auch hier lässt sich oft die Temperatursteigerung als das Primäre erkennen. ermeister fand

bei den Temperaturen:										
37°;	37,5°;	38°;	38,5°;	39°;	39,5°;	40;	40,5°;	41°;	41,5°;	42°.
die mittlere Pulszahl:										
78,6;	94,1;	91,2;	94,7;	99,8;	102,5;	108,5;	109,4;	110;	118,6;	137,5.

Walther fand, dass die Schnelligkeit der Abkühlung in geradem Verltniss steht zur Frequenz des Herzschlages. Wir haben also in der Veränderg, welche die Herzschlagfrequenz durch die Verschiedenheiten der Temperatur erleidet: chleunigung durch die Wärme, Herabsetzung durch die Kälte, einen wichtigen Wärmelator. Analog wirkt vermehrte und verminderte Athemfrequenz.

Die Wärmeabgabe durch Leitung nimmt im directen Verhältnisse mit dem mperaturunterschiede der sich berührenden, verschieden warmen Körper zu d ab. Für Regulirung der Körperwärme gegen Abkühlung wird, abgesehen Steigerung der Wärme producirenden Processe durch Kälte (Pflüger u. A. S. 229 ff.), zuerst und vor Allem die Oberflächentemperatur der Haut herabsetzt dadurch, dass sich auf den Kältereiz die Hautgefässe contrahiren und in lge davon in der Zeiteinheit eine geringere Blutmenge durch sich hindurchten lassen. Der Haut wird dadurch weniger Wärme zugeführt, sie wird hler, die Wärmeabgabe wird dadurch verlangsamt. In exakter Weise haben se verschiedene Wärmeabgabe der Haut, je nach ihrer Blutfüllung, zuerst rternitz und dann mittelst thermoelectrischer Messungen Christiani und onecker bewiesen. Dadurch, dass die Wärmeabgabe verlangsamt wird, kann ter Umständen der durch die gesteigerte Abkühlung an sich gesetzte gesteirte Wärmeverlust für den Gesammtkörper überkompensirt werden. Liebermeister fand, dass durch ein kaltes Sturzbad, Ausziehen der Kleider in kalter t und analoge Einflüsse, die Temperatur in der Achselhöhle steigt. Analoge obachtungen machte Pflüger an Thieren (S. 229 ff.). In Folge dieser durch die ssere Kälte im Organismus gesetzten Temperatursteigerung müssen alle Organtigkeiten und Zersetzungen in ihm an Intensität zunehmen, da wir ja wissen, s eine mässig gesteigerte Temperatur diesen Erfolg besitzt. Die Verengerung r Hautgefässe und die gesetzte Aufspeicherung von Wärme im Inneren des rpers bedingt also nicht nur eine Verringerung des Wärmeverlustes, sondern ch eine Steigerung des Stoffumsatzes in den vor Allem Wärme erzeugenden ganen, die auch in der vermehrten Blutzufuhr entsprechend mehr Oxydationsterial erhalten.

Tschetschichin fand, dass nach Durchschneidung des Gehirnes zwischen Pons d Medulla oblongata eine beträchtliche Temperaturerhöhung des Körrs eintrat, wenn man die operirten Thiere vor Abkühlung schützte, im entgengesetzten Falle Temperaturerniedrigung. J. Schreiter bestätigt diese obachtung für Verletzungen des Kleinhirns, der Pedunculi cerebri, der Markger des Grosshirns. Die Verletzung einer zwischen Medulla oblongata und ns gelegenen bestimmten Stelle lasse dagegen die Temperatur des Versuchs-

thieres steigern, auch wenn es nicht vor Abkühlung geschützt wird. T
SCHICHIN vermuthet, dass für die gefässverengernden Centra sich im (
ein Moderationscentrum befinde, mit dessen Lähmung die Erwä
des Blutes durch verminderten Wärmeabfluss erfolgt.

Ist die Wirkung der Kälte so bedeutend, dass eine wirkliche Herabs
der Körpertemperatur erfolgt, so tritt nun als weiterer Regulator die Ve
samung des Herzschlages und der Athemfrequenz ein. Auch die in Fol
Kälte gesetzte Bewegungsverminderung wirkt im Principe wärmeerhalte
dagegen S. 643). WALTHER hat gezeigt, dass todte Thiere sich sehr vie
niger rasch abkühlen unter denselben Umständen als lebende, was
den vollkommenen Bewegungsmangel schiebt. Es muss hier aber auch
postmortale Temperatursteigerung der Leiche erinnert werden, v
durch die eintretende Starre in den Geweben (Myosingerinnung) und di
gerinnung hervorgerufen wird. In der Kälte sehen wir reflectorisch den l
seine abkühlende Oberfläche möglichst verkleinern, sich zusammenkauer
auch dadurch den Wärmeabfluss zu verringern. Je kleiner relativ die
fläche, desto geringer ist natürlich der Wärmeverlust: grössere Organ
welche im Verhältniss eine kleinere Körperoberfläche besitzen als kle
erkalten weniger leicht als letztere. Bei Säuglingen und Kindern komm
diesem Momente noch andere den Wärmeabfluss sehr begünstigende hinz
ter denen ich hier an die hohe Athem- und Herzfrequenz erinnern will.

Die Erkaltung wird bei jedem Individuum um so rascheren Erfolg l
je geringer die Summe von Wärme ist, die der Körper in
trägt. Wir haben es hier sicher mit einer Folge der Ernährungsweise un
mit einem Effect der wechselnden Körperzustände zu thun. Wir werden
nächsten Folge sehen, dass je nach der Nahrung die im Körper befin
Wärmemenge sehr wechselnd ist. Da die verschiedenen Lebensalter
schlechter, Armuth und Reichthum etc. derartig verschiedene Körperzu
repräsentiren, so ist es wohl verständlich, warum Arme, Kinder, Greise, F
Rekonvalescenten mehr frieren als robust genährte Männer. Jeder Wärm
lust repräsentirt bei den ersteren einen viel grösseren Bruchtheil der Ges
wärmequantität als bei den letzteren. WALTHER's kalorimetrische Ve
lehren direct, dass die Wärmemenge in verschiedenen Individuen der
Thierspecies sehr schwankend sein könne. Bei dem Winterschläfer, w
der Kälte so gut zu trotzen vermag, ergab sich stets eine höhere Wärme
als bei den Kaninchen.

BROWN-SÉQUARD, THOLOZAN LOMBARD haben entdeckt, dass bei Eintauchen einer Ext
in kaltes Wasser, aber auch bei Einwirkung anderer Reize, die Temperatur der ander
tremität, durch reflectorische Gefässcontraction (PUTNAM) sinkt. Reizt man ein Kaninch
so fällt zuerst am anderen Ohr die Temperatur, später steigt sie wieder.

Die Einwirkung peripherischer Abkühlung hat nach übereinstimm
Angabe der Beobachter (SENATOR, RIEGEL u. A.) eine Aenderung in der Wärmeverthe
des Organismus zur Folge. Nach lokalen oder allgemeinen Wärmeentziehungen s
Thieren die Blutwärme (in der V. cava inf. und Aorta thorac.) entweder sofort, oder nac
kurz dauernden geringen Erhöhung. Langsamer erfolgt der Temperaturabfall in den l
höhlen (Rectum, Vagina) und namentlich in den Muskelschichten, was sich aus der bek
Veränderung der Circulation durch die Kälte erklärt.

Die Muskelthätigkeit spielt (ADAMKIEWITZ) **für die Constanterhaltung der** ...rpertemperatur eine hohe Rolle. Vermindert man die Muskelbewegung z. B. durch ...ein der Thiere, so sinkt die Temperatur ab. Die Temperatur der thätigen Muskeln ist im ...nden Organismus eine relativ sehr hohe. Da sie die Höhlen des Körpers umschliessen, ...ann die Wärme aus letzteren nur dann durch die Muskeln abfliessen, wenn sie zur hohen ...peratur der Muskeln ansteigt. Daraus folgt, dass, wie die Beobachtung lehrt, die Körper... ...peratur von Innen heraus bis zur Grenze der Muskelschichten nur langsam, während in ...äusseren Zone des Körpers: Unterhautzellgewebe, Haut, die Temperatur sehr schnell ab... — An den Temperaturschwankungen der Umgebung nehmen vorwiegend nur diese äusse... Schichten theil.

Wärmeleitung der Haut. Nach den Beobachtungen von F. KLOTZ und ADAMKIEWITZ leitet Haut der grossen Körperflächen die Wärme in allen Richtungen gleichmässig, anders die ... der Extremitäten. Das Fettgewebe setzt die Wärmeleitungsfähigkeit der Haut beträcht... herab. Die Lederhaut leitet die Wärme um so schlechter, je dicker sie ist, die Epidermis ...in ausserordentlich schlechter Wärmeleiter. Die Muskeln leiten die Wärme schlechter (?) Wasser.

Die Wärmemenge des Organismus und ihr Verbrauch.

Nach den FRANKLAND'schen Bestimmungen der Verbrennungswärme der Nahrungsmittel ...140) können wir aus den Beobachtungen über den Gesammtstoffwechsel die von dem ...schen in einer bestimmten Zeit gelieferte Wärmemenge annähernd berechnen. Ich ...le aus meinen Stoffwechselversuchen am Menschen (cf. S. 216 f.) drei Beispiele ...us, um die Verschiedenheiten der Wärmeerzeugung je nach der verschiedenen Ernäh...sweise anschaulich zu machen.

Wärmeproduktion am ersten Hungertage (beginnt 23 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme. Die Einnahmen aus dem Körper nach den Ausgaben berechnet.)

Einnahmen:		Ausgaben:
54,45 Albumin	vom Körper geliefert.	18,8 Harnstoff.
195,94 Fett		0,24 Harnsäure.

Daraus berechnet sich eine tägliche Wärmeproduktion von: 2012,816 Wärmeeinheiten.

II. Wärmeproduktion bei Fleischnahrung.

...er Ansatz von Fleisch und Abgabe von Körperfett aus den Ausscheidungen berechnet.)

Einnahmen:		Ausgaben:
... Gramm Fleisch, davon aber nur zersetzt 1300 Gramm		86,00 Harnstoff.
...zum Braten 70 Gramm	145,14 Fett.	1,95 Harnsäure.
...erverbrauch an Fett vom Körper 75,14 Gramm		99,00 Koth.

Daraus berechnet sich eine tägliche Wärmeproduktion von: 2779,524 Wärmeeinheiten.

III. Wärmeproduktion bei stickstoffloser Kost.

(Eiweissverbrauch und Fettansatz aus den Exkreten berechnet.)

Einnahmen:	Ausgaben:
51,55 Gramm Körpereiweiss	17,10 Harnstoff.
150,00 Gramm Fett, davon angesetzt 81,5 Gramm	0,54 Harnsäure.
68,50 wirklich verbraucht	90,00 Koth.
300,00 Stärke.	
100,00 Zucker.	

Daraus berechnen sich für die 24stündige Wärmeproduktion: 2059,506 Wärmeeinheiten.

Bei gemischter Kost beträgt die Wärmeentwickelung im Tage etwa: 2200,000.

Die vorstehend formulirten Untersuchungen habe ich an mir selbst bei vollkommener ...ndheit angestellt. Mein Alter betrug 24 Jahre, meine Grösse 1,79 Meter, mein Durch...schnittsgewicht 70 Kilogramm.

Stellen wir die erhaltenen Werthe der Wärmeabgabe in 24 Stunden bei verschiede Nahrungsbedingungen und Körperruhe zusammen, so ergibt sich in runder Summe für de

Hungertag	2102,816	Wärmeeinheiten
Tag mit N-freier Kost	2059,506	-
Tag mit gemischter Kost	2200,000	-
Tag mit Fleischkost	2779,524	-
Im Mittel also etwa	2300,000	Wärmeeinheiten.

Helmholtz hat aus älteren, weniger genauen Angaben, als die hier zu Grunde geleg für den erwachsenen Mann als mittlere tägliche Wärmemenge die etwas höhere Za 2700,000 Wärmeeinheiten berechnet, welche mit meinem Maximum übereinstimmt. And Autoren bekamen noch weit höhere, offenbar falsche Zahlen. Nach meinen Beobachtun producirt 1 Kilogramm Mensch in 1 Stunde im Minimum (Hunger) 1,198; im Maxi (Fleischkost) 1,654; im Mittel 1,369 Wärmeeinheiten.

Für den Hund bestimmte H. Senator direkt, dass im Sommer 1 Kilogramm währ Stunde im Mittel 2,53 Wärmeeinheiten erzeugt. Während der Verdauung steigt Wärmeabgabe (und CO_2-Ausscheidung) im Verhältniss von 23,28 : 35,45. Bei Wärme ziehung sah er bei seinen künstlich bewegungslos gehaltenen Thieren die Wärmbildung si ken (cf. unten S. 645).

Aus meinen Beobachtungen leitet sich nach dem Vorstehenden vor Allem das Ergeb ab: Die Wärmemenge, welche der menschliche Organismus in einer bestimmten Zeit zu ausgaben hat, ist von der Nahrungsweise abhängig. Weitaus am grössten ist Wärmequantität bei Fleischkost, am geringsten bei stickstoffloser Kost; bei mischter Kost hält sie einen mittleren Werth ein. Die Wärmemenge am ersten H gertage beweist, dass auch ohne Nahrungsaufnahme ein fett- und fleischreicher Organi die genügende Wärmemenge zu produciren vermag. Andere Resultate werden sich natü bei herabgekommenen Individuen und nach längerem Hunger ergeben. Wir finden in mitgetheilten Zahlen den Beweis für den oben aufgestellten Satz, dass der menschliche Kö bei schlechter, z. B. Kartoffelnahrung, der Kälte viel weniger Widerstand zu leisten ver als nach fleisch- und fettreicher Kost. Dem Fett im Unterhautzellgewebe gutgenährter I viduen wird, wenn einmal die Hautarterien durch die Kälte contrahirt sind, als schlech Wärmeleiter ein Antheil an der Verhinderung der allzu raschen Wärmeentziehung z schrieben.

Um uns eine Anschauung von der Bedeutung der grossen Zahlen der Wärmeprod machen zu können, müssen wir uns daran erinnern, dass eine Wärmeeinheit die Wärmemenge bedeutet, welche erforderlich ist, um 1 Kilogramm Wasser um 1° C. zu wärmen. 2300 Wärmeeinheiten genügen also, um 4600 Pfund Wasser von 0° auf 1° C. o was dasselbe ist, 46 Pfund Wasser von 0° auf 100° C. zu erwärmen. Nennt man Calorie, es vielfältig geschieht, die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um 1 Gramm Wasser 1° C. zu erwärmen, so producirt der Mensch im Mittel in 24 Stunden: 2,3 Millionen di tausendmal kleineren Wärmeeinheiten.

Man hat vielfältig den Wärmeverlust zu bestimmen versucht, welchen der Mensch den verschiedenen Abzugswegen für seine Wärme erleidet Es ergibt sich, dass zum überwiegenden Antheil die Wärme an die Haut durch Abkühlung und Verdunstung a geben wird.

Nach Helmholtz' Rechnung wird von der Gesammtwärme des ruhenden Menschen v braucht:

zur Erwärmung der kälter als der Organismus eingeführten Nahrungsmittel weniger als	2,6%
zur Erwärmung der Athemluft weniger als	5,2
zur Wasserverdunstung in den Lungen weniger als	14,7
es bleiben also für die Abkühlung und Verdunstung an der Hautoberfläche mehr als	77,5

Es ist aus dem im Vorhergehenden Gesagten klar, dass diese Abkühlungswerthe durch schiedene Aenderungen in den Verhältnissen bedeutende absolute Werthveränderungen leiden können.

Man hat sich bei der Helmholtz'schen Berechnung, der Annäherungswerthe zu Grunde gen, daran zu erinnern, dass 1 Kilogramm Wasser zur Verdunstung (an der Haut und in r Lunge) 582 (grosser) Calorien bedarf. Die aufgenommenen Speisen und das Trinkwasser en in Summa eine niedrigere Temperatur als der Körper (etwa 12° C.) und verlassen als rete den Körper mit dessen Temperatur. Der Erwärmung gegenüber (specifische Wärme) alten sie sich nach Helmholtz' Annahme (cf. unten Rosenthal's Bestimmungen) etwa wie ser. Bei der Athmung werden etwa 13000 Gramm = 10 Millionen Cubikcentimeter Luft im Mittel 12° C. eingeathmet, ausgeathmet mit 37° C., also erwärmt um 25° C. Die mecapacität der Luft ist 0,26, wenn die des Wassers = 1 ist, also beträgt der Wärme-lust durch Erwärmung der Luft bei der Athmung $13000 \times 25 \times 0,26 = 84,5$ Calorien.

I. Rosenthal findet, dass sich die specifische Wärme der animalen Gewebe prechend ihrem Wassergehalt verschieden verhalte. Der trockenen animalen Sub-z gibt er als specifische Wärme 0,3:

compacte Knochensubstanz	0,300	specifische Wärme
spongiöse -	0,710	- -
Fettgewebe	0,712	- -
Muskel, quergestreift . .	0,825	- -
Blut, defibrinirt	0,927	- -

Ueber den Zusammenhang zwischen Wärme und Muskelarbeit folgt das Nähere im 19. itel.

H. Senator's oben erwähnte directe Bestimmungen der Wärmeproduktion und der chzeitig abgegebenen CO_2-Menge sind in einem im Princip Dulong'schen Calorimeter an-llt, dessen Wasserfüllung, um die Thiere nicht zu stark abzukühlen, eine Temperatur 26,5—29° C. hatte. Er fand bei einem Hunde von 5,3 Kilogramm mittlerem Gewicht Stunde:

am zweiten Hungertage	10,9	Calorien,	3,2 CO_2
am Tag nach der Fütterung . . .	12,6	-	3,5 -
während der Verdauung	18,9(—23,5)	-	5,0 -

der Verdauung war auch die Körpertemperatur um 0,5° C. erhöht, so dass die gesammte meproduktion sich noch höher als etwa 21 Calorien berechnet. Analog sind die anderen chsergebnisse. Mit der gesteigerten Wärmeproduktion ist auch die CO_2-Ausscheidung, lich genau in gleichem Verhältniss, gesteigert. 100 : 2,9 : 2,7 : 2,6.

Mit der Erhöhung der Körpertemperatur geht eine Vermehrung der Stick-ff- (Harnstoff-) Ausscheidung durch den Harn einher und zwar nicht nur, wie rweitig erwähnt, bei Fieber, sondern bei sonstigem vollkommenem Wohlbefinden. leich konnte an sich und zwei anderen Versuchspersonen die Körpertemperatur durch r dauernde warme Bäder von 38—42,5° C. um über 2° C. steigen. Dadurch stieg die in Stunden bei Stickstoffgleichgewicht ausgeschiedene Harnstoffmenge am Versuchstage und t auch noch am folgenden Tage beträchtlich (2—10 Gramm), um dann wieder zur Norm glich etwas tiefer) zu sinken. (Cf. Ernährungsversuche S. 229 und Athmung S. 584.)

Historische Bemerkungen. — (Cf. Ernährung S. 198f.) Cartesius schloss sich der ung an, die schon Aristoteles, Hippokrates und Galen vertreten hatten, dass dem rzen eine natürliche angeborene Wärme innewohne, welche sich von hier aus durch den zen Körper verbreitet. Th. Bartolinus schrieb im selben Sinne de flammula cordis 1667. Physiologen der späteren Zeit theilten sich in zwei Schulen: die mechanische und ische.

Die mechanische Schule sprach als die Ursache der thierischen Wärme vor Allem Bewegung des Blutes und die Reibung desselben an den Wandungen der Gefässe an. den Hauptvertretern dieser Schule sind Boerhave, Martine und van Swieten zu nennen.

Sie gründeten ihre Meinung vorzüglich darauf, dass die Wärmeabgabe des Körpers d Bewegung gesteigert werde, und dass die letztere bei Kälte das einzige Mittel zur Erh desselben sei, alles, was die Blutbewegung (den Pulsschlag) beschleunige, erhöhe au Wärme, sie stehe im geraden Verhältniss zur Geschwindigkeit der Blutbewegung, im kehrten zur Weite der Gefässe. Im Winter zögen sich, zur Erzeugung gesteigerter V durch vermehrte Reibung, die Gefässe mehr zusammen, im Sommer dehnten sie si ROBERT DOUGLAS machte (1751) auf dieses letztere Verhalten besonders aufmerksam u hauptete, die Reibung finde hauptsächlich zwischen den Blutkügelchen statt. FREI 1785 die Hypothese auf, dass die animale Wärme durch die Reibung der festen Bestan des stets bewegten Körpers entstehen solle.

Man hatte gegen diese Annahmen geltend gemacht, dass bei Reibung von Flüssi in Röhren keine merkbare Erwärmung stattfinde. HUNTER machte darauf aufmerksam auch solche Thiere der Kälte widerstehen, bei denen kein Blutkreislauf stattfinde. leugnet die durch Temperaturunterschiede erzeugten Veränderungen im Gefässlumen Gefässe stets wärmer seien als die äussere Temperatur, und HALLER meint, die strikte legung der Annahme dadurch zu führen, dass die kaltblütigen Thiere, Fische und F engere Gefässe hätten als die warmblütigen, und überdies sei bei dem kaltblütigen die Zahl der Pulsschläge doppelt so gross als bei dem Ochsen.

Zu den Vertretern der chemischen Schule gehörten VON HELMONT (1682), ETTMÜLLER u. v. A. Sie leiteten die animale Wärme von »Gährungen und Efferve zen« ab (cf. Ernährung), welche in Folge der Mischung des Blutes und der Säfte e sollten. HAMBERGER behauptete 1751, dass die thierische Wärme durch Gährung, d Verbindung von schwefelartigen und laugenartigen Theilen entsteht, in analoger Weise Taubenmist und feuchten Heu. Noch am Ende des Jahrhunderts kamen Männer wie (1785) und STRNADT auf diese Meinung zurück.

Dagegen hatte schon 1684 STAHL an die aristotelische Beobachtung angeknüp die Wärme durch die Respiration in den Lungen erzeugt werde, h sich wie ARISTOTELES auf die vollkommener ausgebildeten Lungen der warmblütigen beruft. Hierin vereinigte sich die chemische und physikalische Schule bis zu einem g Punkte. Denn schon BOERHAVE, HALES u. m. A. hatten angenommen, dass durch Ve tung des Blutes in den Lungen die Wärme entstehe, welche mit der Athemluft a werde. Die chemischen Erklärungen waren dem Stande der Verbrennungslehre entsp noch sehr vager Natur. Man war nicht einig, ob die ausgeathmete Luft, welche nach LEY zu den phlogistisirten gehörte, Phlogiston- oder Brennstoff aus dem Körper ausführ ob nach SCHEELE die sogenannte reine Luft vielmehr Brennbares in den Körper berei ADAIR CRAWFORD stellte 1779 seine vielgerühmte Theorie der thierischen Wärme auf, trotz vieler Gegner sehr lange in Ansehen erhielt. In den Lungen verbindet sich d Luft« mit dem »Phlogiston« und es wird fast der sechste Theil derselben in Wasserda Uebrige in »fixe Luft« verwandelt. Die specifische Wärme der reinen Luft setzte er fe = 4,75, die des Wasserdampfes dagegen nur zu 1,5, die der fixen Luft nur zu 1,05, v ein Ueberschuss von Wärme in der Lunge entstehe, die hier dem Blut mitgetheilt und im Körper verbreitet werde. Die Beständigkeit der Blutwärme erklärte er wie La FRANKLIN aus dem durch Verdunstung entstandenen Verlust, während Andere wie Bla auf eine Kälte erzeugende animalische Kraft zurückführen wollten. BERLINGHIERI be dagegen richtig, dass durch die Wasserverdunstung in der Lunge nicht Wärme, sond mehr Kälte entstehen müsse.

Andere Forscher leiteten, im Gegensatz zu den vorstehenden Annahmen, die Wä der Verdauung ab (GREN, J. HUNTER 1794). Der berühmte FRANKLIN sagte, das Fe wohl als auch die Luft würden von den Pflanzen bei ihrem Wach angezogen, verdichteten sich in ihnen und machten einen Thei Substanz aus. Beides werde bei der Verdauung und Assimilation ihrer Theile thierischen Körper, dem sie zur Ernährung gedient hätten, wieder frei und theile

mit. MORTIMER stellte die Hypothese auf, dass durch die stete Verbindung des in den thierischen Flüssigkeiten enthaltenen Phosphors mit der Luft die thierische Wärme entstehen sollte.

Unsere gegenwärtigen Anschauungen knüpfen an die Darstellungen LAVOISIER's (1777) an. Der Sauerstoff der atmosphärischen Luft erzeuge die Wärme, indem er sich mit dem Kohlenstoff in der Lunge verbindet. Er bestimmte mit LAPLACE im Calorimeter die Wärmemenge, welche ein Thier (Meerschweinchen) während der Erzeugung einer bestimmten Menge von Kohlensäure abgab, und fand, dass diese nahezu (sie war etwas grösser) übereinstimmte mit der durch Verbrennung von Kohle bis zur Bildung einer gleichen Quantität Kohlensäure hervorgebrachten. Wie diese Lehre ausgebaut wurde, ist an anderen Orten schon dargestellt worden (Ernährung, Athmung). Besonders wichtig waren J. DAVY's Untersuchungen. Doch nur langsam bürgerte sich LAVOISIER's Theorie ein. Noch 1813 ging DALTON auf die angeführte CRAWFORD'sche Theorie zurück. Ganz abenteuerliche Phantasien machten sich daneben noch breit. PEART sprach 1788 die Meinung aus, dass das »Phlogiston« der Nerven und der »Aether« des Blutes sich vereinigten, wodurch Wärme und Bewegung entstehen sollte. DE LA RIVE leitete die Wärme von der hypothetisch angenommenen Nervenelectricität, CHOSSAT u. A. im Allgemeinen von der Nerventhätigkeit her. BUNTZEN (1805) hatte bei galvanischer Reizung der Muskeln Wärme entstehen sehen, er sprach darum die Thätigkeit der Muskeln als Wärmequelle an. MATTEUCCI (1884) machte auf die von POUILLET entdeckte Wärmeerzeugung bei der Imbibition lockerer Substanzen aufmerksam, die er für trockene, gepulverte thierische Substanzen bestätigte.

LE GALLOIS gab als Resultat seiner Untersuchungen an, dass die erzeugte Wärme dem verzehrten Sauerstoff proportional sei, sie wechselt mit der grösseren oder geringeren Munterkeit, dem Wohlsein und überhaupt der Lebensthätigkeit der Thiere, dem Rohgewichte ist sie nicht proportional. DULONG und PETIT sowie DESPRETZ (1823) haben die Untersuchungen LAVOISIER's mit dem Calorimeter wiederholt und kamen im Allgemeinen zu dem Resultat, dass sich die aus dem Verbrennungsvorgang im Organismus zu berechnende Wärmemenge mit der beobachteten Wärmemenge ziemlich nahe deckt, die von ihnen gefundene Wärmemenge war etwas geringer als die aus der organischen Verbrennung berechnete.

Für unsere Kenntnisse über die thierische Wärme waren die thermoelectrischen Bestimmungen von BECQUEREL und BRECHET (1835) besonders wichtig.

Temperaturbeobachtungen für ärztliche Zwecke.

Fiebertemperatur. — Im Anschlusse an obige Auseinandersetzung soll noch einmal darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Beobachtungen über Veränderungen des Wärmeabflusses dem Arzt die grösste Vorsicht auferlegen bei Entscheidung der Frage, ob bei einem Krankheitszustand die vermehrte oder verminderte Körpertemperatur von einer Auf- oder Abwärtsschwankung in der Stärke der Oxydationsvorgänge oder von einer Veränderung in der Wärmeabgabe abzuleiten sei. Bei regelmässiger Thätigkeit der Wärmeregulirung kann, wie die Versuche lehren, der Stoffwechsel um das Doppelte und Dreifache gesteigert oder vermindert sein, ohne dass die Körpertemperatur dadurch wesentlich beeinflusst würde. Auch eine Steigerung der Bluttemperatur, nicht nur der Temperatur der Hautoberfläche durch gesteigerte Wärmezufuhr, kann allein durch verminderten Wärmeabfluss erzeugt werden. Ja es kann, wie wir oben gesehen haben, eine Steigerung der Oxydationsgrösse im Körper das secundäre Phänomen sein, abhängig von einer primär auf dem anderen Wege erhöhten Bluttemperatur.

Nach diesen Gesichtspunkten haben wir die im Fieber auch bei dem Fieberfroste gefundene Erhöhung der Bluttemperatur zu beurtheilen, sie ist z. Thl. ein secundäres Phänomen, analog den von LIEBERMEISTER beobachteten Temperatursteigerungen durch Einwirkung geringerer Kältegrade, abhängig von der Contraction der peripherischen Arterien,

welche auch durch Blutleere in der Haut, wie sie regelmässig durch den Kältereiz her
bracht wird, dem Patienten das Gefühl des Frostes als eine Sinnestäuschung erzeugt
der Erhöhung der Bluttemperatur könnten dann alle anderen Fiebererscheinungen s
geben: beschleunigter Herzschlag, beschleunigte Athemfolge, gesteigerte Oxydation, di
wenn auf die krampfhafte Contraction der peripherischen Gefässe als Ermüdungserscl
eine Lähmung der Arterien eintritt, das zweite oder Hitzestadium des Fiebers charakte
So vereinigen sich die Angaben der verschiedenen experimentell arbeitenden Patholog
Allem Traube's und Liebermeister's, von denen Ersterer das Fieber als eine Contrac
scheinung der peripherischen Gefässe, der Andere als eine Steigerung der Oxydation au

Die krankhaft gesteigerte Oxydation kann aber auch als etwas Selbständiges ersc
Die Veränderung in der chemischen Zusammensetzung der Gewebe, die Aufhäufu
Zersetzungsprodukten in denselben hat einen selbständigen, verändernden Einfluss
Fortgang der normalen Zersetzungen. Es treten dadurch ganz analoge Veränderun
Stoffumsatze ein, wie wir sie bei der *Thätigkeit der Muskeln* antreffen werd
wir sehen sie hier wie da mit dem gleichen Erfolge verknüpft: *Ermüdungsgefü*
Kraftlosigkeit charakterisiren die fieberhaften Krankheiten eben
die normale Ermüdung. Es sind »ermüdende Stoffe«, welche sich in den G
anhäufen und in den Muskeln jene bekannte, scheinbare Erschöpfung, in den Nerven
norme Erhöhung der Reizbarkeit erzeugen; beide Erscheinungen sind durch die »A
heit« der ermüdenden Substanzen, der Zersetzungsprodukte der Gewebe (Milchsäure
phosphorsaures Kali etc.) in letzteren und im Blute bedingt. Sowie sie entfernt oder
lisirt sind, kehrt Kraft- und Wohlgefühl zurück.

Die Bemerkung, dass allen fieberhaften Krankheiten *ein Stadium der Vor*
ausgeht, deren Hauptcharakteristikum als »Ermüdung« im oben gegebenen Sinne be
werden muss, bei der sich die Muskelschwäche und nervöse Erregung bis zum S
steigern kann, macht den Gedanken wahrscheinlich, dass es sich (im Gegensatz zu T
Hypothese) bei Fieber auch *primär* um eine gesteigerte Bildung von Zersetzungspr
der Gewebe (gesteigerte Oxydation) oder um mangelhafte Abführung der in normale
tität gebildeten handelt. Die fraglichen Stoffe können im Blute angehäuft als Reiz
Muskulatur der Gefässe dienen und diese zur Contraction veranlassen. Man könnte hi
an eine durch diese Stoffe angeregte Veränderung in der Wirkung des Tscheschich
Wärmemoderationscentrums im Gehirne denken, wodurch primär eine Con
der Gefässe hervorgerufen würde, welche später in eine Lähmung desselben übergeh
hat die Höhlenflüssigkeiten des Gehirnes reich an Kalisalzen gefunden; es ist wahrsch
dass die vorhandenen Analysen sich auf krankhaft veränderte Flüssigkeiten bezogen,
entsteht so die Frage, ob nicht die *Vermehrung der Kalisalze im Gehir*
sprechend ihren heftigen Wirkungen auf Nerven und Muskeln vielleicht einen Ans
Veränderung der normalen Körperaktionen bei dem Entstehen fieberhafter Kran
geben könne.

Da wir eine Erkaltung der Hautoberfläche mit Veränderungen, Steigerungen in de
vorgängen verknüpft sehen, so begreifen wir leichter, wie die »*Erkältung*« als
machende Ursache wirksam werden könne, wenn wir als letzten Krankheitsgrund
häufung gewisser durch den Stoffumsatz im Körper entstehender Stoffe in übermässige
im Blute und den nervösen Centralorganen annehmen. A. Walther beobachtete b
seinen Thieren, die er übermässig erkaltet hatte, in den folgenden Tagen einen sehr ge
ten, »fieberhaften« Stoffverbrauch, sie verloren alle bedeutend an Gewicht. Ebenso
mit der hier gegebenen Anschauung über das Fieber überein, dass der Körperzusta
übermässiger Muskelaktion kaum vom Hitzestadium eines heftigen Fiebers zu unters
ist: das erregte Aussehen, die glänzenden Augen, die gesteigerte Temperatur der H
des Blutes, das Jagen des Pulses und der Athemthätigkeit, die erhöhte nervöse Erreg
die bis zu Schlaflosigkeit und Zittern sich steigern kann, verbunden mit grosser Erm
der Muskulatur, Unfähigkeit zur Muskelbewegung; die Farbe und das Ansehen des se

aden, in spärlicher Menge abgesonderten concentrirten Harnes. — Alles sind Zeichen des ers. Die Bilder der Ermüdung momentan nach starker Muskelaktion und des fieberhaf- Hitzestadiums sind in Nichts verschieden; wir können kaum daran zweifeln, dass sie h die gleichen Ursachen hervorgerufen werden: durch Vermehrung der im Blute und n Geweben enthaltenen Zersetzungsprodukte. Nach der Nahrungsaufnahme sind letz- natürlich ebenfalls in analoger Weise gesteigert; dem entsprechend sehen wir nach jeder eren Mahlzeit auch eine Art fieberhaften Zustandes eintreten. Am bedeutendsten ist die zeitige Entstehung der, man gestatte den Ausdruck, »fiebererzeugenden« Stoffe nach r Fleischnahrung; in meinen Versuchen sah ich den »fieberhaften« Zustand nach dem bei Aufnahme übermässig grosser Fleischmengen am stärksten. Es wurden 2000 Gramm gewogenes) Rehfleisch gegessen. Nach dem Essen heftiger Durst, bedeutendes Hitze- mit Schweiss, Kopfschmerz, Nachts trotz grosser Ermattung sehr gestörter und un- r Schlaf. —

er Arzt benutzt zu seinen **exakten Temperaturbestimmungen** das Quecksilberthermo- r. Da es von grösstem Werthe für ihn ist, absolute Werthangaben für die Tempe- u erhalten, so muss sein Thermometer genau auf seine Richtigkeit geprüft sein. An thauenden Tage im Frühjahr hat der schmelzende Schnee die Temperatur von 0°, es leicht, diesen fixen Punkt zu bestimmen. Es zeigt sich bei der Controle sehr häufig, ei gut gemachten Thermometern der Nullpunkt etwas zu tief oder zu hoch angegeben ie Thermometer werden dadurch für absolute Angaben nicht unbrauchbar. Man zieht m gefundenen Werthe soviel ab oder setzt so viel zu, als der falschen Lage des Null- s entspricht. Steht der wahre Nullpunkt des Thermometers z. B. auf 1,5° C., so hat ,5° von allen Zahlenangaben des Thermometers, um absolute Werthe zu erhalten, ab- en. Die physikalischen Anstalten in fast allen Städten (in Gewerbe- und Realschu- .) geben dem Arzte auch hinreichend Gelegenheit, sein Instrument ganz genau prüfen en. Die Firma der Thermometerfabrik gibt keinen genügenden Schutz, da z. B. die lerung des Nullpunktes ein physikalisch nothwendiges Phänomen ist.

as Thermometer soll den Nullpunkt angeben, keine Papierscala, sondern eine Glas- 'orzellanscala haben und kleinere Unterabtheilungen von Graden noch direct ablesen . Ist jeder Grad in 0,2° getheilt, so lässt sich 0,1° noch schätzen. Je kleiner, desto cher im Allgemeinen. Eine kleinere Quecksilberkugel erhöht die Raschheit, eine re die Sicherheit der Messung.

ie erste Bedingung der Temperaturmessung ist die, dass das angewendete Verfahren selbst die Temperatur des Theiles verändert, dessen Temperatur man messen will. Gefahr ist am grössten bei Messung der Wärme an der Körperoberfläche. Bringt man ermometer auf die Haut und umgibt diese mit einem schlechten Wärmeleiter, so steigt den gehinderten Wärmeabfluss die Temperatur der Hautstelle. Es scheint nur mit noelectrischen Apparaten die Hauttemperatur genau bestimmbar zu sein, da ieselben so klein machen kann, dass die durch sie gesetzte Störung des Wärmeabflusses windend wird. Es entziehen sich diese Beobachtungen dadurch der allgemeinen ärzt- Praxis.

edient man sich eines Quecksilberthermometers, so ist die erste unerlässliche Bedingung, ie Thermometerkugel wirklich die Temperatur des zu messenden Theiles annimmt. ge die Temperaturunterschiede zwischen Thermometer und Körper gross sind, geht wärmung des ersteren rasch, sie wird aber immer langsamer, je mehr sich die Tem- ren ausgleichen. Es braucht also ziemlich lang, ehe das Thermometer wirklich die ratur richtig anzeigt: kaum jemals ist das unter 15 Minuten der Fall, auch nach dieser ht man oft noch ein geringes Ansteigen. Die Messung ist erst dann vollendet: wenn Thermometer innerhalb 5 Minuten nicht mehr merklich gestie- st.

Die Functionen der Kleider.

Dieser Abschnitt der Wärmelehre des menschlichen Organismus hat in der neueren Z eine seiner Wichtigkeit entsprechende Untersuchung von Seiten v. PETTENKOFER's gefunden, wir uns hier anschliessen.

Der Werth der Kleidung für Physiologie und praktische Medicin springt sogleich in Augen, wenn wir bedenken, dass durch die Umhüllung die Functionen der natürlichen K peroberfläche wenigstens theilweise übernommen werden. Der Hauptzweck der Klei besteht darin, den Wärmeabfluss aus unserem Körper, für dessen Regulirung wir im Kör selbst gelegene, unwillkürlich thätige Einrichtungen kennen gelernt haben, willkürl zu modificiren. Der Werth der Kleidung steigt für den Menschen mit der abnehmenden teltemperatur des Klimas, in welchem er lebt. Die Natur hat den Menschen nicht wie Thiere in eine dickere Schicht die Wärme schlecht leitender Stoffe (Federn, Haare) ei hüllt. Die Kleider haben dem Menschen diesen nur scheinbaren Mangel zu ersetzen, der befähigt, indem er die Kleidung der Temperatur anpasst, den Kampf mit den atmosphäris Einflüssen aller Zonen zu bestehen. Die Mitteltemperaturen, in welchen der Neger und Eskimo leben, unterscheiden sich um 43° C., ohne dass die Bluttemperatur beider versc den wäre.

Die Kleider haben verschiedene Aufgaben zu erfüllen. Die eine besteht darin, du Leitung die Körpertemperatur auf andere schlecht leitende Stoff übertragen, welche dann die Wärmeabgabe an die Luft an ihrer Oberfläche an Stelle Haut übernehmen. Die Stoffe müssen schlechte Wärmeleiter sein, damit sie die ihnen tragene Wärme nicht zu rasch wieder abgeben. Es überziehen den Menschen die Kl gleichsam mit einer zweiten Haut. Seine empfindliche, nervenreiche Hautoberfläche, w jede Temperaturveränderung mit dem unangenehmen Gefühle des Frostes beantwort kältet sich bei richtig gewählter Kleidung, wie das Thermometer ergibt, niemals unter 2 30° C. Bei dieser hohen Temperatur fühlen wir uns wohl, zum Beweise, dass der Me eigentlich für ein warmes Klima geboren ist. In seinen Kleidern trägt er das für sein W befinden erforderliche Klima bis zu den arktischen Regionen. Die Wärmeabgabe find dem bekleideten Menschen an der äusseren Oberfläche der Kleider statt. Diese erk während die innere, die den Körper direct berührt, relativ hoch temperirt bleibt. Von de kalten der Kleideroberfläche spürt die Haut Nichts, die Kleider übernehmen, könnte man s das Frieren für sie. Dasselbe ist der Fall bei der Wärmeabgabe behaarter oder befied Thiere, oder bei dem Menschen am behaarten Kopfe. Da hier die Haut auch mit schle Wärmeleitern umgeben ist, welche nervenlos sind, so findet die Abkühlung unempfund der Oberfläche jener statt. Ist die Temperaturdifferenz zwischen Haut und Luft sehr be tend, so ziehen wir noch einen zweiten oder dritten Ueberzug über die Haut: Hemd, R Ueberrock, um die Wärmeabgabe noch weiter von der Hautoberfläche wegzuverlegen.

PETTENKOFER hat Untersuchung darüber angestellt, wie sich die am meisten zur Kl dung benutzten Stoffe, Leinwand und Flanell (Schafwolle) der Wass aufnahme und Wasserverdunstung gegenüber verhalten. Es stellte sich Allem heraus, dass das gleiche Gewicht an Schafwolle in feuchter Luft fast doppelt so Wasser in sich aufnahm als die Leinwand, die erste ist also etwa doppelt so stark hy skopisch als die letztere. Noch wichtiger ist es, dass die Leinwand unter den gleichen Verh nissen sehr viel rascher ihr hygroskopisch aufgesaugtes Wasser verliert als der Flanell; Flanell trocknet auch, äusserlich mit Wasser befeuchtet, weit langsamer als die Leinw Ohne Zweifel haben wir in dem Verhalten der beiden Stoffe der Feuchtigkeit gegenüber d Erklärungsgrund, warum die Praxis unter Umständen Leinwand oder Wolle als Kleidung w Wir wissen, dass die Verdunstung der feuchten Fläche, an der sie stattfindet, sehr rasch bedeutende Wärmemenge entzieht: je rascher die Verdunstung stattfindet, desto rascher plötzlicher ist der Wärmeverlust, desto eingreifender werden also auch seine etwa

ysiologischen Wirkungen sein. Schweiss an sich wird nicht zur Krankheitsursache, wenn ne Verdunstung nicht zu rasch erfolgt, dagegen sehen wir, wenn einem Schwitzenden, 3. bei Zug und Wind, durch die rapide Verdunstung sehr rasch Wärme entzogen wird, r Schweiss als Krankheits-, Erkältungsursache auftreten. Die Kleider saugen die wässerigen ttabscheidungen in sich, die Verdunstung findet zumeist an der Kleideroberfläche statt. it die Verdunstung sehr rasch vor sich, so wird sie sich auch der Haut als Erkältung fühl- machen. So schützt die Wolle auf dem blossen Leibe getragen vor Erkältung, sie trock- , da sie sehr hygroskopisch ist, die Hautoberfläche, verlegt dadurch die Verdunstung glichst weit von dieser weg und vertheilt den durch die Wasserverdunstung erfolgenden rmeverlust auf eine grössere Zeit, so dass er in jedem einzelnen Zeitabschnitt einen be- mten kleinen Werth nicht überschreitet, wodurch der Haut der Wärmeverlust möglichst ühlbar gemacht wird. Dagegen wissen wir, dass die leinenen Kleider, so wie sie z. B. ch Schweiss feucht sind, das Gefühl der Kälte hervorbringen, während die wollenen bei siger Feuchtigkeit wärmer zu werden scheinen. Der Grund, warum Leinwand erkältet, t in der rascheren Wasserabgabe. Da sie weniger hygroskopisch ist als Wolle, so bleibt stärkerem Schwitzen die Haut unter ihr nass, sodass an der Hautoberfläche Verdunstung Wärmeverlust stattfindet. Wo es uns also darauf ankommt, unsere Wärme möglichst ab loszubringen, z. B. im Sommer, da werden sich leinene Stoffe als Kleidung empfehlen. er, welcher leicht in Schweiss geräth, wird aber wohlthun, sich gerade in heissen Zeiten l Klimaten mit Flanell zu umhüllen (wollene Unterkleider), um sich bei Temperaturwech- , Wind oder Zug nicht der Erkältung auszusetzen.

Eine weitere Aufgabe der Kleidung besteht darin, die Luftbewegung an unserer utoberfläche zu mässigen, so dass sie keine Empfindung in unseren Hautnerven hr hervorbringt. Hier stimmt die Aufgabe der Kleider und Wohnräume überein. In dieser iehung ist das Zelt nichts Anderes als ein grosser Mantel, in den wir uns ganz verkriechen nen, der Mantel ist ein Haus, das wir, wie die Schnecke das ihrige, auf unseren Schultern t uns umhertragen. Bei der Frage nach der Lufterneuerung in unseren Wohnungen haben schon davon gesprochen, dass wir den Körper eines im Freien befindlichen Menschen uns jeden anderen feuchten Körper der Luft gegenüber zu denken haben. Je rascher die Luft uchten Stoffen vorbeizieht, desto rascher geht die Verdunstung vor sich, um so rascher l einem warmen Körper seine Temperatur entzogen. Ein heisses Eisen in Wasser gesteckt lt rascher ab, wenn das Wasser, das ihm Wärme entzieht, bewegt wird, als wenn es ig bleibt. Den Hausfrauen ist die Thatsache geläufig, dass die Wäsche im Winde rascher knet als bei ruhiger Luft und sonst gleichen äusseren Verhältnissen. Der Grund für die here Abkühlung durch ein bewegtes kühlendes Medium liegt darin, dass die Wärmeabgabe so rascher erfolgt, je grösser die Temperaturdifferenz ist zwischen den beiden, ihre Tem- tur ausgleichenden Körpern. Die an der Oberfläche des warmen Körpers hinstreichende t erwärmt sich. Würde sie hier stagniren, so würde im nächsten Moment die Wärme- gabe vom Körper an sie geringer werden müssen, endlich ganz aufhören, wenn die Luft Temperatur des Körpers definitiv angenommen hätte. Wird die Luft rasch bewegt, so mmen immer neue kalte Lufttheilchen mit der Wärmequelle in Berührung, die Wärme- gabe erfolgt sonach sehr rasch. Ein an sich auch warmer Wind oder Luftzug kann uns also kälten; diese Gefahr wird geringer, wenn die Luftbewegung an unserem Körper geringer rd. Die Luftbewegung entzieht unserem Körper aber nicht allein direct Wärme, weil erer wärmer ist als erstere; sie erkältet ihn auch, wie wir wissen, durch Wasserver- nstung. Auch dieser Vorgang steigt mit der steigenden Luftgeschwindigkeit, da die an dem chten Körper hinstreichenden Lufttheilchen, die sich an ihm mit Wasserdampf beladen ben, sogleich wieder durch neue ersetzt werden, deren Wasseraufnahmsfähigkeit noch cht geschwächt ist. Auch die Wasserverdunstung geht natürlich um so rascher, je grösser e Differenz zwischen dem Wassergehalt des feuchten Stoffes und dem der Luft ist, bei ganz ockener Luft ist sie am stärksten.

Wir dürfen dieses Moment in der Wirksamkeit unserer Kleider nicht überschätzen. Es

kommt durchaus nicht darauf an, eine ruhende Luftschicht um unsere Hautober
zu erzeugen; es handelt sich, wie oben gesagt, nur darum, die Luftbewegung
mässigen, dass unsere Haut keine Empfindung mehr von ihr hat, was schon bei
schwindigkeit von $1\frac{1}{2}$—2 Fuss in der Secunde erreicht ist (wobei wir im Freien v
stille annehmen), und andererseits der Luft bei ihrem Vorbeiziehen an dem Körp
lassen, sich gehörig zu erwärmen, so dass auch von Kälte kein Gefühl entsteht.
Instrumenten (Anemometern) kann man in den Kleidern einen aufsteigenden
nachweisen, der mit Abnahme der äusseren Temperatur an Stärke zunimmt. Tr
sichtbaren Bewegung erreicht, wie schon gesagt, die Luft innerhalb der Kleider
peratur von 24—30° C.

Die Undurchdringlichkeit der Kleider für Luft, welche eine möglichste Beschrä
Luftstromes in den Kleidern erzeugen würde, ist so wenig Erforderniss für das Wa
dass wir bei einigen Stoffen sogar deutlich sehen können, dass sie dann, wenn sie
luftdicht gemacht sind, z. B. Leder, feuchte Leinwand, nicht mehr zum Warmhalte
sind. PETTENKOFER's Versuche ergeben, dass ein Kleid luftig und doch warm sein k
dass es hiefür mehr auf die Wärmeleitungsfähigkeit und die Unterschiede in der W
dunstung des Stoffes als auf das Mehr oder Weniger Luft, welches es durchlässt,
Nach directen Bestimmungen ordnen sich die Stoffe nach ihrer Luftdurchgängigkeit i
Reihe, wenn wir die Luftmenge, welche gleichgrosse Stücke Zeug, in gleicher
gleichem Druck durch sich hindurchtreten lassen, als Massstab dafür annehmen.

Flanell	10,41	Liter.
Buckskin	6,07	-
Leinwand	6,03	-
Sämisches Handschuhleder	5,37	-
Seidenzeug	4,14	-
Weissgares Handschuhleder	0,15	-

Trotz des Unterschiedes im Warmhalten lassen Leinwand und Buckskin gleic
in derselben Zeit durchtreten. Die sämischen, waschledernen Handschuhe halt
während man in den kaum für Luft durchgängigen weissgaren, glanzledernen Han
friert. Nimmt man eine doppelte Lage Zeug, so sinkt dadurch das Durchlassungs
für Luft nur unbedeutend. Watte, die sehr warm hält, verlangsamt den Luftstrom
kaum merklich. Dagegen wird die Durchgängigkeit für Luft durch Befeuchtung d
unterbrochen, wir wissen, welch lästiges Gefühl daraus entsteht. Offenbar habe
bei letzterem um eine Behinderung der normalen Ausdünstung zu thun, der Körper
sich in einem analogen Zustande wie bei lackirten Thieren. Durch Einnähen in Ka
können dieselben Störungen in den Lebensfunctionen eintreten als durch Unterdrüc
Hautfunctionen durch Ueberstreichen mit einem undurchgängigen Firniss. Daher r
die Belästigung, die wir bei sogenannten Mackintosh-Röcken aus Kautschuk empfind

Dem Schlusse seiner Untersuchung, der wir im Vorstehenden gefolgt sind, füg
KOFER noch eine lehrreiche Betrachtung über die Wirkung nasser Füsse an, die in B
auf diese zur grössten Vorsicht ermahnen muss. Wenn wir uns im Freien nasse Fü
zogen haben, so beginnt, sowie wir in ein warmes Zimmer mit trockener Luft komm
bedeutende Verdunstung. Wenn man an der Fussbekleidung nur 47 Gramm Woll
nässt hat, so erfordert das Wasser darin so viel Wärme zu seiner Verdunstung,
damit 250 Gramm Wasser von 0° zum Sieden erhitzen oder mehr als $\frac{1}{4}$ Kilogr
schmelzen könnte. So gleichgültig manche Menschen gegen durchnässte Füsse sind
würden sie sich sträuben, wenn man ihre Füsse zum Erhitzen einer der Verdunstu
äquivalenten Menge Wasser oder zum Schmelzen einer äquivalenten Menge Eis ve
wollte, und doch thun sie im Grunde ganz das Gleiche, wenn sie ein Wechseln d
bekleidung verschmähen.

Die Sommerkleider eines Mannes wiegen etwa nach jetziger Mode 2,5—3 Kil

)ame 3—3¼ Kilogramm. Die Winterkleider beider Geschlechter bei etwa 0° emperatur wiegen 6—7 Kilogramm.

ıähere Aufzählung der durch zu enge und unzweckmässig geformte Kleider: Schnürckbänder, Fussbekleidung etc. etc. gesetzten Störungen würde zu weit führen. Der ır Kleiderfarben auf die Wärme derselben, vielfältig an Wichtigkeit überschätzt, in bekannt. Die Wirkung des Bettes, eines der nöthigsten Kleidungsstücke des wie Kranken, ist noch nicht wissenschaftlich untersucht.

Färmeleitungsvermögen organischer Stoffe und Gewebe ist verhältnissing, alle die zu Kleidungsstücken verwendeten Stoffe sind sehr schlechte Wärmeonders legt die bei ihnen statthabende grössere oder geringere faserige Zertheilung ∍mittheilung Hindernisse in den Weg. Da die Wärme eine Art von Bewegung ist, re Ueberleitung durch jede Unterbrechung des molekularen Zusammenhanges ge-Wärme muss dabei von dem festen Körper auf Luft, von da wieder auf den festen ergehen, wobei die Mittheilung immer unvollkommen bleibt. Die Kleider, die ı Felle und vor Allem die Flaumkleider der Vögel sind also nicht nur durch das ɹeitungsvermögen ihrer festen Substanzen, sondern dadurch, dass sich zwischen h Luft einschiebt, so schlechte Wärmeleiter. Rumford hat Bestimmungen über die ung verschiedener Substanzen angestellt, die meist zur menschlichen Kleidung ıe folgende Tabelle gibt ihren Wärmeleitungswiderstand auf eine willkürliche Ein-∍n an. Der Wärmeleitungswiderstand ist dem Wärmeleitungsvermögen umgekehrt al, er ist für: Gedrehte Seide 917, Holzasche 927, Kohle 937, feinen Flachs 1032, : 1046, Lampenruss 1117, Schafwolle 1118, Taffet 1169, rohe Seide 1264, Biberfell ∍rdunen 1305, Hasenhaar 1312. Alle die aufgeführten Substanzen leiten also die ır schlecht, gedrehte Seide am besten, Hasenhaar am schlechtesten (Tyndall).

[eizung. — Wenn im Winter bei dem Aufenthalte in den Wohnräumen die Klei-ɩe nicht mehr ausreichen, das behagliche Gefühl von Wärme hervorzubringen, r dieses durch Heizung zu erreichen. Auch sie hat physiologische Bedeutung. Wir ·inem Zimmer nicht nur, weil die Luft in ihm kalt ist, welche unseren Körper direct ndern auch darum, weil wir durch die schlecht leitende Luft durch Wärmestrahlung ɜ im Zimmer befindliche Gegenstände Wärme verlieren. Es kann in einem rasch Zimmer die Luft einen hohen, sogar unangenehm hohen Wärmegrad besitzen, wir er, wenn die Wände, Meubels etc. noch nicht durchwärmt sind, sie entziehen uns .e wir gegen sie ausstrahlen. Von einer richtigen Heizung verlangen wir also eine nung des gesammten Wohnraumes und seines Inhaltes. Die Temperatur eines gennmers sollte nicht über 14—15°C. steigen. Die Luft darf durch die Heizung nicht werden, da sie uns sonst durch Wasserverdunstung zu viel Wärme entzieht. Mit r fortgesetzten Heizen trocknen die Wohnungen: Wände, Fussboden, Meubles etc. mehr aus, die Luft in den geheizten Zimmern ist gegen Ende des Winters trockener ang, sie entzieht uns dann entsprechend mehr Feuchtigkeit, wir bedürfen deswegen ren Temperatur, um uns wohl zu befinden, was also nicht etwa von einer eintreʌöhnung an höhere Lufttemperaturen während des Winters herrührt.

nmaterial. — Der den Steinkohlen häufig in grösserer Menge beigemengte Schweɛt den Werth der Kohlen herab. Die entstehenden Verbrennungsprodukte des (schwefelige Säure vor Allem) greift nicht nur die eisernen Heizapparate (Rost, ɐl etc.) an, sie belästigt auch in hohem Grade die Athemorgane bei dem Aufenthalt nit schlechten Kohlen geheizten Raum. Der unangenehme Geruch bei der Torfrührt von den bei dem Erhitzen entstehenden ammoniakalischen Dämpfen her, die ʌankenden Stickstoffgehalt des Torfes entstammen. Es werden bei der Verbrennung e die Elemente der Brennmaterialien mit dem Sauerstoff zusammentreten, durch ;e Einwirkung der Hitze die Brennmaterialien chemisch zersetzt; ein nicht unber Theil ihrer Elemente verbindet sich zu den flüchtigen Produkten der sogenannten Destillation. Erst wenn sich diese flüchtigen Stoffe entwickelt haben, fallen sie der

Verbrennung anheim. Der Process der Verbrennung hat also als erstes Stadium ein bereitung aus dem Holz (resp. den Kohlen), welche ganz der Leuchtgasbereitung entsp erst dieses brennbare Gas fällt der Verbrennung anheim, wir sehen daher die Flamm brennende Holz wenigstens zu Anfang nur umschweben. Die Gase bestehen vor Alle Grubengas $C_2 H_4$ und ölbildendem Gase $C_4 H_4$, denselben Stoffen, die wir in dem Leuc finden. Dabei verdampft das Wasser. Nachdem diese Destillation vorüber ist, in w sich alles Wasser und der Wasserstoff zumeist an Kohlenstoff gebunden entwickelte, die fast reine, nur noch aschehaltige Kohle zurück, welche nun mit Sauerstoff sich zu dem flüchtigen Kohlenoxydgas verbindet, das die Kohlengluth mit bläulicher F zu Kohlensäure verbrennend umspielt. Ist der Sauerstoffzutritt (nach geschlossener Ofen durch allzugrosse Ueberfüllung des Ofens mit Brennmaterial etc.) zur glühenden Kol hemmt, so entweicht ein grösserer Theil des gebildeten Kohlenoxydes unverbrannt un so Anlass zu der bekannten Vergiftung mit Kohlendunst oder Kohlendampf werden. - offene Feuer als Ventilator cf. S. 555.

Beleuchtung. — Eine Gasflamme, welche in einer Stunde $4^1/_2$ Cubikfuss Gas ve bedarf (Knudsen) in derselben Zeit einer Zufuhr von 9 Cubikfuss Sauerstoff, also einer von 45 Cubikfuss atmosphärischer Luft. Die Leuchtkraft dieser Gasflamme ist gleich d 24 Talgkerzen (6 Stück aufs Pfund); der Luftkonsum dieser 24 Talgkerzen ist doppelt s als der der Gasflamme.

II. Arbeitsleistung der Knochen, Muskeln und Nerven.

Achtzehntes Capitel.

Das Skelet und seine Bewegungen.

Stimme und Sprache.

Die Maschine des menschlichen Körpers.

Wir gingen bei unseren Betrachtungen von dem Gedanken aus, dass der schliche Organismus eine Bewegungs- und Kraftmaschine sei, die sich in eff ihrer mechanischen Leistungen, z. B. Fortbewegen und Heben von Lasten, den Bewegungs- und Kraftmaschinen unserer Mechanik, vor Allem mit den pfmaschinen vergleichen lässt. Ebenso ist es mit den thierischen Organis-. Die Kraftmaschinen der Mechanik sind erfunden zum Ersatz für thierische itsleistungen; die Bezeichnung: »Pferdekraft« für die Leistungseinheit der hine zeigt dies noch jetzt zur Genüge.

Die Arbeitsleistungsfähigkeit der verschiedenen thierischen Maschinen ist lich ungleich. Unter den zur Arbeit verwendeten thierischen Organismen tzt das Pferd die höchste Arbeitskraft. Unter einer Pferdekraft versteht die hanik das Kraftquantum, welches aufgewendet werden muss, um 750 Kilo-mmen 1 Decimeter hoch in 1 Secunde zu heben. Nimmt man eine ohne htheil für des arbeitenden Individuums Gesundheit zu ertragende Thätigkeit die grösstmöglichsten Leistungen unter den vortheilhaftesten Bedingungen, d eine Arbeitszeit von acht Stunden, so ergeben sich für die am häufigsten Stelle von Maschinen zur Arbeit verwendeten animalen Organismen: den nschen, das Pferd, den Ochsen, Maulesel und Esel, verschiedene Arbeits-ssen, welche F. Redtenbacher in die folgende Tabelle zusammenstellt. Als heit der Arbeitsgrösse ist dabei das Kilogrammmeter angenommen: diejenige it, welche 1 Kilogramm in 1 Secunde 1 m hoch zu heben vermag (S. 103). der Tabelle sind die verschiedenen Bedingungen, unter denen die Arbeits-tung gewöhnlich erfolgt, neben einander berücksichtigt. In sehr vielen len nämlich sehen wir die thierische und menschliche Arbeitskraft zur Be-gung von Arbeitsmaschinen: Kurbel, Göpel, Tretrad, verwendet, so dass

demnach noch eine Uebertragung der rohen, animalen Arbeitskraft auf d Maschine stattfindet, welche jene erst dem bestimmten, angestrebten Zw dienstbar macht. Die Tabelle lehrt uns, dass den oberflächlichen Anschauun entgegen, durch die Uebertragung der animalen Arbeitskraft vermittelst schinen, die Grösse der Leistungen **herabgesetzt** wird. Eine nähere trachtung lässt dies als natürlich erscheinen, da die Arbeitsmaschinen zu il eigenen Ingangsetzen eine bestimmte, durchaus nicht verschwindende I menge bedürfen, die selbstverständlich in der Gesammtsumme der Ar leistung verschwinden wird. Nur bei dem Tretrade mit 24° Ansteigung die Bedingungen der Uebertragung für den Menschen so günstig, dass eine etwas höhere Leistung durch dasselbe als ohne Maschine resultirt. Mensch arbeitet hier mit seinem Gesammtkörper, was sonst niemals stattf

Tabelle der animalen Arbeitsleistung.

		Kilogrammeter in 8 Arbeits-St
1. Mensch, im Mittel 70 Kgr. schwer, arbeitet:	ohne Maschine	216800
-	am Hebel . .	158400
-	an der Kurbel	184320
-	am Göpel . .	207360
-	am Tretrad .	241920
-	24° Ansteigen am Tretrad . .	243600
2. Pferd, im Mittel 280 Kgr. schwer, arbeitet:	ohne Maschine	2102400
-	am Göpel . .	1152000
3. Ochs, im Mittel 280 Kgr. schwer, arbeitet:	ohne Maschine	1382400
-	am Göpel . .	1123200
4. Maulesel, im Mittel 230 Kg. schwer, arbeitet:	ohne Maschine	1497600
-	am Göpel . .	777600
5. Esel, im Mittel 168 Kgr. schwer, arbeitet:	ohne Maschine	864000
-	am Göpel . .	216800

In der Weise, in welcher in der vorstehenden Tabelle die Arbeitsleist

[redacted]

Der Mechanismus der Bewegung und Arbeitsleistung des menschlichen und schen Körpers ist von den Maschinen unserer Mechanik, die zum Ersatz ben zur Ortsbewegung von Lasten gebaut werden, wie z. B. die Loko- n, in Beziehung auf Vollkommenheit der Einrichtungen noch nicht ht. Es liesse sich wohl denken, dass einst die Mechanik in Anwen- ler am animalen Organismus erkannten Mechanismen der Ortsbewegung nmenere Lokomotiven zu bauen im Stande sein würde. Es wäre dies icht der erste Fall, in welchem die Mechanik an den mechanischen Ein- gen der Organismen lernte. Es ist bekannt, dass in Euler die Betrach- es menschlichen Auges, dessen lichtbrechender Apparat aus verschieden- nden Substanzen zusammengesetzt ist, den Gedanken erweckte, es müsse n sein, achromatische, das Licht nicht zerstreuende Fernröhre zusammen- n. Dollond löste dieses Problem.

e Maschine des menschlichen Organismus zerfällt nach unserer obigen lung wie alle Kraftmaschinen in zwei getrennte Haupttheile: in ein passiv bewegter Maschinentheile, welche die Richtung der Be- z, die Art und Weise der Uebertragung des rohen Kraftvorrathes bestim- nd in die aktiv bewegenden Theile, in denen die Kraft der Be- g lebendig wird, welche die durch sie bewegten Hebelvorrichtungen zur nach aussen verwenden.

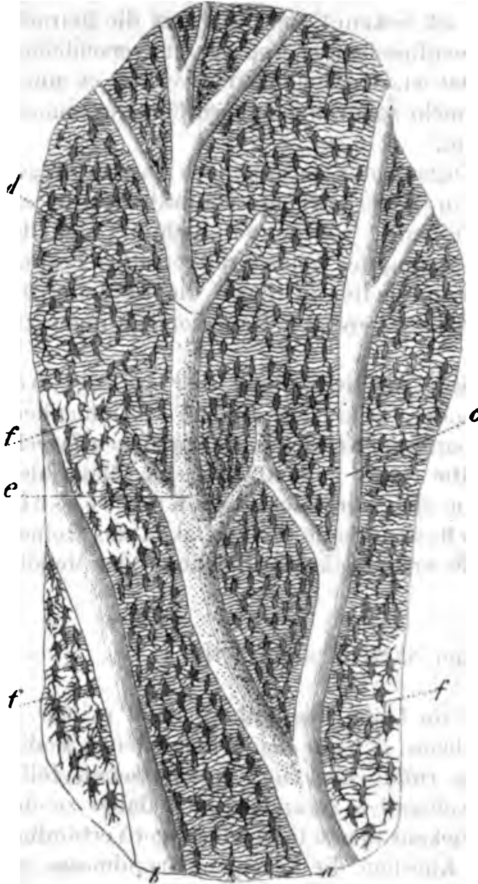
as Material, welches die Natur zur Herstellung der passiv be- n Maschinentheile verwendet, zeigt jene hohe Vollkommenheit, eben erwähnt wurde. Die Mechanik verwendet zu dem gleichen Zwecke em Metall, Stein und Holz. Die Natur bedient sich eines Materiales, s die Vorzüge der genannten in sich vereinigt: der Knochensub- . Sie besitzt durch ihre erdigen Bestandtheile die Festigkeit des Steines, mischung von organischem Stoffe ertheilt ihr die Elasticität der Metalle.

Mikroskopischer Bau der Skeletbestandtheile.

as Knochengewebe entsteht im Leibe des Embryo nicht primär, es s ein Umwandlungsprodukt, welches sich aus den verschiedenen Modifi- n des Bindegewebes bildet. Die rundlichen rings geschlossenen Zellen norpels, die zackigen Bindegewebszellen verändern sich dabei zu den henkörperchen, welche in Lückenräumen in netzförmiger Verbindung 27—32; 660, Entwickelung der Knochen) die homogene Grundmasse, die enzellenmasse der Knochensubstanz, in welche die erdigen Knochenbe- heile eingelagert sind, durchziehen. Die Anatomen unterscheiden nach der keit des Knochengefüges: compacte und schwammige Knochen- tanz. Bei der ersteren ist das Gewebe eine fest zusammenhängende Masse; zweiten umschliessen Balken und Platten aus Knochensubstanz zahlreiche einander communicirende Hohlräume. Die Mittelstücke der langen Röhren- n zeigen sich aus compacter Substanz bestehend, die Gelenkenden (Epi-) dagegen aus spongiöser Substanz; ebenso auch die kurzen unregel- en Knochen, welche nur äusserlich von einer Schale aus compacter nz (Glastafel) umgeben sind. Das feine Canalsystem im Knochen, in

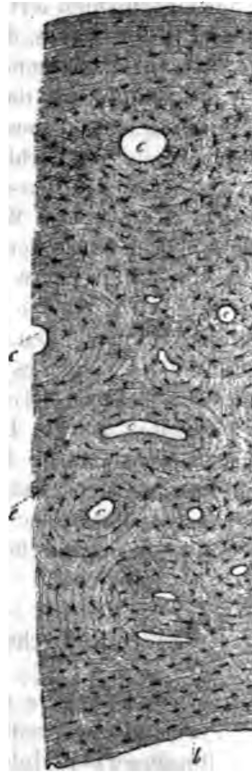
welches die Knochenzellen eingebettet sind, und welches in offener cation steht mit den den ganzen Knochen durchziehenden, viel verzwe mit einander verbundenen weiteren Canälchen, HAVERS'schen Canälch Aufnahme der Blutgefässe des Knochens bestimmt, geben den feinen durchschnitten und Schliffen ihr specifisches Aussehen. Die Gesta Verlauf der HAVERS'schen Canälchen kann man am besten auf Län

Fig. 154.



Senkrechter Schnitt durch eine menschliche Phalange. Bei *a* und *b* zwei Markcanäle mit den Aesten *c* und *d*; bei *e* die Ausmündung der Kalkcanälchen in Form von Pünktchen; bei *f* die Knochenzellen.

Fig. 155.



Segment eines Querschliffes von lichen Metacarpus mit concentr tinöl behandelt, 90 mal vergr. Oberfläche des Knochens mit Grundlamellen. *b* Innere Obe die Markhöhle mit den inneren HAVERS'sche Canälchen im Qu ihren Lamellensystemen. *d* Int mellen. *e* Knochenhöhlen und i

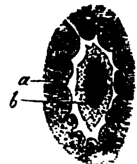
der Knochensubstanz beobachten. Sie durchsetzen den ganzen Kn der Oberfläche desselben unter dem Periost an, wo sie offen münde inneren Markhöhle. Sie sind weiter oder enger, und ihre Verzweigu sprechen den Blutgefässtheilungen, wie wir sie auch sonst in anderen antreffen (Fig. 154). Auf dem Querschnitt des Knochens erschein

ovale oder runde Löcher, zum Beweise, dass die Verlaufsrichtung der Gefässe m Knochen vor Allem der Längsaxe derselben folgt. In den kurzen und sponiösen Knochen ist der Verlauf der Havers'schen Canälchen nicht so regelmässig, och halten sie auch hier vorwiegend eine gemeinschaftliche Richtung in ihrem 'erlaufe ein.

Das Knochengewebe zwischen den Havers'schen Gängen besitzt, wie sich amentlich auf Querschliffen zeigt, einen deutlich geschichteten Bau (Fig. 155). in Theil dieser Schichten umkreist regelmässig die Havers'schen Canälchen, in anderes Lamellensystem beginnt von den grossen Markhöhlen und durchsetzt 1 concentrischen Schichten die ganze Knochendicke, vielfältig von den Lamelenschichten der Havers'schen Canälchen unterbrochen, um unter dem Periost n ganz regelmässiger Schichtung (Beinhautlamelle) zu erscheinen. Diese chichtungen werden nur bei den compacten Knochen deutlich und regelmässig ein können. Die Knochensubstanz selbst ist ziemlich undurchsichtig, aber loppelt-lichtbrechend (Valentin). Von der Beinhaut aus treten senkrecht auf lie Knochenlamellen meist noch unverkalkte Fasern in die Knochensubstanz in: Sharpey'sche Fasern.

Die Knochenzellen, welche in sehr grosser Anzahl in der Knochensubtanz sich vorfinden, liegen eingebettet in jenes schon erwähnte feine, vielverweigte Canalnetz, dessen feine Gänge den Namen Kalkcanälchen führen. An den Stellen, wo die Knochenzellen eingebettet liegen, sind in dem feinen Kalkcanälchennetz linsenförmig gestaltete Knotenpunkte: die Knochenhöhlen (0,018—0,055 mm lang und 0,007—0,013 mm breit). Ihre Längenaxe läuft der Aussenfläche der Lamellen parallel. Die Ausläufer der Knochenhöhlen haben nur einen Durchmesser von 0,0013 —0,0018 mm. An getrockneten Knochen kann man den Zusammenhang der Knochenhöhlen unter sich und mit den Havers'schen Canälchen am leichtesten überblicken. In den Knochenhöhlen, deren Wandschicht etwas compacter zu sein scheint als die übrige Knochensubstanz, liegt die eigentliche Knochenzelle. Frey beschreibt sie von der Gestalt der Knochenhöhle, unbestimmt länglich, bisweilen mit kurzen, gegen die Mündung der Kalkcanälchen gerichteten Fortsätzen, ohne eigentliche Zellenmembran mit einem länglichen Kerne (Fig. 156).

Fig. 156.



Knochenzelle aus dem frischen Siebbein der Maus mit Carmin tingirt.

Aeusserlich ist der Knochen von einer bindegewebigen laut, dem Periost, der Beinhaut, eingehüllt, welche sehr gefässreich und nit den Knochen vor Allem durch die gemeinschaftlichen Blutgefässe, Nerven nd sehnige Streifen (Sharpey'schen Fasern) verbunden ist. Zwischen der einhaut und dem Knochen findet sich (Ollier) eine Schicht, welche dicht tehende, rundliche Zellen enthält, von welcher das Knochenwachsthum sowie nochenneubildung ausgeht: (Blastème sous-périostale).

Die weiteren Höhlungen zwischen der festen Knochensubstanz sind, abgeehen von den Blutgefässen und Nerven, von dem Knochenmarke ausgefüllt cf. S. 423).

Die Bänder, welche die Knochen unter einander verbinden, sind entweder weiss und glänzend und bestehen dann vor Allem aus lockigem Bindegewebe nit elastischen Fasern durchsetzt, oder sie haben ein strohgelbes Aussehen und

sind dann vor Allem aus elastischem Gewebe gebildet (Ligamenta flava, z. B. das L. nuchae); letztere zeigen nur eine geringe Beimischung von Bindegewebe. Kommt die Verbindung der Knochen durch Knorpel zu Stande, so dient dazu entweder echter, hyaliner Knorpel (Rippenknorpel, Gelenkknorpel) oder Faserknorpel (Synchondrosen, Ligamenta intervertebralia). Bei fast allen Gelenken sind die Knochenenden mit Hyalinknorpel überzogen, nur das Kiefergelenk zeigt einen faserknorpeligen Ueberzug. Der Knorpel ist gefässlos. Die Synovialkapseln, welche die Gelenkenden mit einander verbinden, bestehen aus Bindegewebe, das zahlreiche Gefässe und Nerven besitzt, die innere Oberfläche ist mit einem Plattenepithel ausgekleidet, welches bei Erwachsenen an dem Rande der Gelenkknorpel aufhört. In die Gelenkhöhlen ragen als Fortsätze Falten und Wucherungen der Synovialkapsel, durchzogen mit zahlreichen Blutgefässchen. Dergleichen Anhänge können durch Vergrösserung und Abreissen von ihrem Stiele Anlass zur Bildung der freien, bindegewebigen Körper in den Gelenken, der sogenannten Gelenkmäuse, werden. Die Gelenkhöhle ist mit einer hellen, dicklichen, blassgelben Flüssigkeit, Synovia, Gelenkschmiere (S. 667), erfüllt, die normal keine Formbestandtheile erkennen lässt.

Die Entwickelung des Knochens findet wie oben gesagt im Fötalzustande theils aus Bindegewebe, theils aus Knorpel statt. Die Wirbelsäule, Rippen, Brustbein, Schlüsselbein, Extremitätenknochen, die Knochen der Schädelbasis sind knorpelig vorgebildet, die Schuppe des Hinterhauptbeins, die Scheitelbeine, das Stirnbein, die Schuppen der Schläfenbeine, die Schaltknochen der Schädelnähte, die Gesichtsknochen entstehen aus einer bindegewebigen Grundlage, durch die sogenannte »intermembranöse Knochenbildung«. Die Ossification erfolgt, indem sich zuerst in die Intercellularsubstanz die den Knochen charakterisirenden Kalksalze ablagern. Die Stelle, an welcher die Umbildung zuerst eintritt, bezeichnet man als Ossificationscentrum, Verknöcherungspunkt. Das Knochengewebe geht in allen Fällen aus einer wesentlich gleichen Neubildung osteogener Substanz hervor. In den Ossificationspunkten des Knorpels entstehen zunächst Erweichungen, Markbildung, mit einer weichen Zellmasse angefüllte Canäle, in welche Blutgefässe hineintreten. Das Knochengewebe entsteht nur dort, wo zuerst sich Mark gebildet hatte, und zwar an der Grenze des letzteren und des nicht aufgelösten, verkalkten Knorpels. Die Knochenzellenbildung geht von einer »epithelartig« die Markräume umlagernden Zellenschicht: Osteoplastem (GEGENBAUR) aus, welche nach der einen Annahme (GEGENBAUR) ein erhärtendes Sekret aus sich ausscheidet, welches zur Grundsubstanz wird, die Zellen selbst zeigen schon von vornherein feine Ausläufer und wandeln sich in die Knochenzellen um. Nach WALDEYER werden dagegen die Osteoplasten selbst schichtweise, während sich vom Mark aus neue bilden, in die Grundsubstanz des Knochens umgewandelt. Bei einzelnen soll diese Umwandlung und Verschmelzung nur die Aussenschicht treffen, der innere Theil mit dem Kern bleibt als eine in eine strahlige Höhle eingeschlossene Knochenzelle zurück. Die grösseren Markräume entstehen durch Auflösung (Resorption) schon fertiger Knochensubstanz. Aus der ursprünglichen Knorpelanlage geht die Substantia spongiosa hervor. Die Entwickelung der compacten Knochensubstanz erfolgt durch Verknöcherung von Bindegewebe; bei dem Wachsthum der Knochen verknöchert die innerste Periostlage im Wesentlichen nach dem angegebenen Typus. Die Verlängerung der Röhrenknochen scheint vor Allem auf Wucherung des Knorpels der Epiphysen zu beruhen, der neugebildete Knorpel verknöchert in der Folge.

Chemische und physikalische Lebenseigenschaften der Skeletbestandtheile.

Die **Knochensubstanz** besteht aus einem elastischen, etwa 12% Wasser ent-
ıaltenden Grundgewebe, chemisch aus leimgebender Substanz bestehend;
n dieses sind Kalksalze — überwiegend viel neutraler phosphorsaurer Kalk
$Ca_3 P_2 O_8$; nach AEBY's von F. WIBEL bekämpften Angaben $Ca_3 P_2 O_8 + {}^1/_3 CaO$
der $(6 Ca_3 P_2 O_8 + 2 H_2O + 2 CaO + CO_2) + {}_3H_2O]$ mit wenig kohlensaurem
ıalke und phosphorsaurer Magnesia — inkrustirt, welche dem Gewebe einen
ohen Grad von Steifigkeit und Festigkeit verleihen. Es ist klar, dass die phy-
ikalischen Eigenschaften, die Festigkeit und Federkraft, der Knochenmasse
rechseln muss mit ihrer chemischen Zusammensetzung. Durch die umfang-
eichen Untersuchungen ZALESKY's scheint die ältere Behauptung erwiesen, dass
ie Knochensubstanz eine konstante chemische Verbindung von unorganischen
toffen bei allen Thieren, in allen Lebensaltern etc. sei, organische Stoffe (beim
lenschen): 34,6 pCt., unorganische: 65,4 pCt.; letztere bestehen nach obiger
ormel aus: $Mg_3 P_2 O_8$ 1,0392 und $Ca_3 P_2 O_8$ 83,8886, dann Ca O an CO_2, Cl, Fl
ebunden: 7,6475, daneben noch Spuren von Eisenoxyd. AEBY fand im Men-
chenknochen 31,43 pCt. organische Substanz, 12,21 pCt. Wasser und sein
pecifisches Gewicht zu 1,936.

Vergleichende chemische Untersuchungen haben jedoch weiter ergeben
BIBRA, LEHMANN, AEBY), dass der Procentgehalt der Knochenmasse an erdigen,
euerfesten Bestandtheilen und damit das specifische Gewicht in den gleich-
amigen Knochen im Alter verschiedener Individuen entsprechend der verschie-
enen Arbeitsfähigkeit bis zum kräftigen Mannesalter steigt, um von da an
rieder zu fallen. So betrugen z. B. bei einem Kinde von ${}^3/_4$ Jahren die er-
igen Knochenbestandtheile des Femur 56,4 pCt., bei einem 25jährigen Manne
9,0 pCt., bei einem 78jährigen Weibe 66,8 pCt. Die untersuchte Knochen-
ıasse war getrocknet, der Rest bestand also allein aus trockener leimgebender
ubstanz. Nach den Untersuchungen von WERTHHEIM nimmt in Uebereinstim-
ıung mit diesen Ergebnissen der chemischen Analyse die Festigkeit der
nochen mit dem zunehmenden Alter ab.

Den einzelnen Knochen, welche das mechanische Gerüst des menschlichen
örpers zusammensetzen, werden in dem Haushalte des Organismus verschie-
len grosse Kraftleistungen zugemuthet, welche einen verschiedenen Grad von
estigkeit voraussetzen. Die Rippen und das Brustbein sind offenbar viel ge-
ingerem Drucke ausgesetzt und bedürfen, um den ihnen übertragenen mecha-
ischen Leistungen zu genügen, einer geringeren Festigkeit als der Oberarm-
der Oberschenkelknochen, die so vielfältig als starre Hebel verwendet werden.
Diesen Verschiedenheiten in den Anforderungen von Seiten des Organismus an
die Festigkeit der einzelnen Knochen entspricht ein verschiedener Gehalt an
Knochenerde, auf deren Anwesenheit die genannte Eigenschaft der Knochen
beruht. Nach den Untersuchungen von BIBRA enthält das Oberarmbein 60 pCt.,
das Brustbein 51 pCt. Knochenerde. Die übrigen Knochen ordnen sich dazu in
folgender Reihe: Humerus, Femur, Tibia, Fibula, Ulna, Radius, Metacarpus,
Os occipitis, Clavicula, Scapula, Costa, Os ilium, Vertebrae, Sternum.

Ausser der chemischen Zusammensetzung muss auf die physikalischen

Eigenschaften der Knochen offenbar auch noch ihr verschiedener Bau von Einfluss sein. Je nach der Anzahl und Grösse der vorhandenen Markcanälchen und Knochenhöhlen wird die Festigkeit und Federkraft wechseln. Wir erkennen auch hier den Aufgaben, zu welchen der Organismus die einzelnen Knochen gebraucht, entsprechende Verhältnisse.

Nach C. Aeby gewinnt der frische Knochen durch Abkühlung auf die Lufttemperatur auch unter Wasser hygroskopische Eigenschaften, die er durch Erwärmen wieder verliert, um die Eigenschaften eines befeuchteten Gewebes anzunehmen; somit ändert sich sein physikalisches Verhalten in hohem Masse.

Ueber das Maass der absoluten Festigkeit der Knochen haben Bevan und Wertheim Untersuchungen angestellt. Sie massen die Kraft, welche nöthig ist, compacte Knochen zu zerreissen. Rauber mass die Kraft, welche erforderlich ist, um Knochen zu zerdrücken: rückwirkende Festigkeit. Die absoluten Werthe für Cubikcentimeter der geprüften Knochen sind nach ihm folgende: Das Oberschenkelbein des Menschen bedurfte zum Zerdrücken parallel zu seiner Längsaxe 1680—2320 Kilogramm; senkrecht zur Längsaxe 1780. Das Schienbein desselben Individuums in beiden Richtungen 1120—1382 und 1127. Die Spongiosa eines Lendenwirbels eines Erwachsenen 65—95, eines Rippenknorpels 199—170 Kilogramm.

H. Meyer hat in dem Bau der spongiösen Knochensubstanz eine bestimmte Structur nachgewiesen; ihre Faserung ist verschieden, je nachdem sie einseitigen oder mehrseitigen Widerstand zu leisten hat. Am unteren Ende der Tibia z. B., welche einen mehr einseitigen Widerstand zu leisten hat, bemerkt man auf frontalem Durchschnitt von den corticalen Schichten längsverlaufende Lamellen sich ablösen, welche in perpendiculärer Richtung die Spongiosa parallel senkrecht auf die Gelenkfläche durchziehen. Am oberen Ende der Tibia durchkreuzen sich die Züge der Spongiosalamellen, rundmaschige Räume umschliessend, geeignet, nach allen Seiten Widerstand zu leisten. Am wenigsten ausgebildet ist, den mechanischen Ansprüchen entsprechend, dieser Bau in den oberen Extremitäten.

Auch die Knochen zeigen Stoffwechsel. Wir sehen das Leben überall mit einem Wechsel und Zersetzung der chemischen Bestandtheile der belebten Organismen und ihrer Organe verbunden. Man könnte auf den Gedanken verfallen, dass diese starren, steinähnlichen Massen, die Knochen, dem chemischen Wechselverkehr des Lebens entzogen seien. Nur bis zu einem gewissen Grade ist diese Annahme gerechtfertigt. Jene anorganischen Stoffe des Knochens, welche mehr als die Hälfte seiner gesammten trockenen Masse ausmachen, sind alle höchstoxydirte Verbindungen, eine Aufnahme von Sauerstoff in ihre Zusammensetzung und dadurch ein Antheilnehmen dieser Stoffe an den Kräfteerzeugenden organischen Vorgängen findet nicht mehr statt, die betreffenden Kalkverbindungen besitzen einen anorganischen Charakter.

In der organischen Grundsubstanz der Knochen beweist der Bau aus den mit einander communicirenden Zellen, den Knochenkörperchen, welche in die Kalkcanälchen der Zwischenmaterie sich eingelagert finden, sowie die reichlichen Blutgefässe, die sie durchziehen, und die in sie eintretenden Nerven einen verhältnissmässig regen Stoffverkehr und Stoffwechsel.

Pathologische und experimentell-physiologische Erfahrungen ergeben, dass die Lebenserscheinungen im Knochen ziemlich lebhafter Natur sind. Bei Knochenbrüchen findet eine Neubildung der Knochensubstanz vom Periost aus statt, welcher Vorgang schliesslich die Wiedervereinigung der getrennten Knochentheile, die Heilung der Fractur herbeiführt. Fütterungsversuche mit dem [illegible]

Farbstoffe des Krapp oder Einspritzen von Alizarin in die Venen (Lieberkühn), wodurch nur die neugebildete Knochensubstanz (Lieberkühn, F. Busch u. A.) roth gefärbt wird, sprechen dafür, dass beständig ein Neuwachsthum der Knochensubstanz durch Apposition theils vom Periost aus (Dickenwachsthum) und theils vom Intermediärknorpel an der Diaphyse aus (Längenwachsthum) stattfindet. Diesen Wachsthumsvorgängen entsprechen fortgehende Resorptionsvorgänge in der Markhöhle. Auch die flachen Knochen (z. B. des Schädels) wachsen durch Apposition (H. Maas).

Auch der anorganische Theil der Knochen wird insofern in die Lebensvorgänge hineingezogen, als auch er einem beständigen Verbrauch, einer Auflösung und einer ebenso beständigen Erneuerung unterliegt. Bei Mangel an Kalksalzen in der Nahrung sehen wir die Knochen jugendlicher Individuen nach und nach erweichen, die anorganischen Stoffe schwinden (bei erwachsenen Thieren scheint dagegen die Knochenzusammensetzung von der Nahrung in weiten Grenzen unabhängig, Weiske); umgekehrt wird die Knochenbildung bei knochenschwachen Kindern und bei Knochenbrüchen nach ärztlichen Erfahrungen durch Kalkzusatz zur Nahrung befördert. Die Möglichkeit der Lösung und des Wiederersatzes der phosphorsauren Kalkerde wird durch die Albuminate und zwar vorzüglich das Caseïn gegeben, die Albuminate machen diesen wichtigen chemischen Stoff dadurch, dass sie sich mit ihm verbinden, in den alkalischen Säften: Blut und Lymphe, löslich.

Knochenresorption. — Wo Knochen und Zähne im normalen Verlaufe der Entwickelung einer Resorption anheimfallen, zeigen sie ausnahmslos eine feingrubige lakunöse Oberfläche. Diese Lakunen sind meist je von einer Riesenzelle eingenommen, welche durch Umgestaltung der Bildungszellen des Knochengewebes: der Osteoplasten (S. 660), entstehen. Diese Riesenzellen sind es, welche das Knochen- und Zahngewebe während des Zahnwechsels auflösen, sie werden daher als Osteoklasten oder Osteophagen bezeichnet (Kölliker). Bei der Lösung verschwindet organische und anorganische Knochensubstanz gleichzeitig.

Historische Entwicklung und gegenwärtiger Stand der Frage des Knochenwachsthums (nach H. Helferich).

Das Wachsthum der Knochen gehört zu den interessantesten Vorgängen am jugendlichen Organismus und ist wohl schon desshalb mit Vorliebe zu allen Zeiten Gegenstand der Ueberlegung und Untersuchung gewesen, da kein anderes Organ im Organismus in verschiedenen Altern so bedeutende Grössendifferenzen zeigt, wie der lange Röhrenknochen. Auf den letzteren beziehen sich die verschiedenen Untersuchungen hauptsächlich. Die kurzen und breiten Knochen des Skelettes und der Schädel unterliegen ohne Zweifel denselben Vorgängen, doch sind die Verhältnisse an denselben nicht so klar und sind nicht so leicht nachzuweisen.

Es wäre ein Irrthum, zu glauben, dass in Folge aller dieser erwähnten Verhältnisse die Wachsthumsvorgänge an den langen Röhrenknochen, auf die wir uns im Folgenden allein beziehen werden, von den verschiedenen Autoren einmüthig aufgefasst würden. Im Gegentheil standen sich lange Zeit zwei Parteien scharf gegenüber. Die Einen nahmen an, der jugendliche Knochen erhalte die Form des erwachsenen durch sogenannte interstitielle Vorgänge, d. h. durch Expansion der vorhandenen Knochenbälkchen und durch Einlagerung neuer Bälkchen zwischen dieselben (interstitielles Knochenwachsthum); die Andern waren der Ansicht, dass die einmal gebildete und vorhandene Knochensubstanz nicht weiter veränderlich sei, namentlich nicht direct sich ausdehnen könne, sondern dass das Wachsthum durch Apposition neuer äusserer Schichten zu Stande komme, dass das Längenwachs-

thum durch Apposition am Diaphysenende vom sogenannten Epiphysenknorpel aus während das Dickenwachsthum durch periostale Anbildungen vor sich gehe (appo nelles Knochenwachsthum, Appositionstheorie).

Manches schien zunächst für die Richtigkeit der zuerst erwähnten Anschau sprechen: einmal die Analogie mit den Wachsthumsvorgängen aller übrigen Org Organismus, welche unzweifelhaft auf interstitiellen Vorgängen beruhen; dann der U dass dabei eine gewisse aktive Lebensthätigkeit der Knochen angenommen wurde, nahme, welche viel besser zu den anatomischen Thatsachen von dem grossen Gefässre des Knochens passte, als die Ansicht, der einmal gebildete Knochen verhalte sich rei endlich schien die Erklärung mancher Veränderungen an Knochen, besonders di und ungleiche Vergrösserung der Markhöhle, viel leichter und ungezwungener bei A interstitieller Processe. In diesem Sinne schrieb Joh. v. Müller in seinem Lehrl Physiologie: »dass die Knochensubstanz durch die Beinhaut gebildet werde, diese Vo halte ich für eine des jetzigen Zustandes der Physiologie unwürdige Barbarei«.

Die Appositionstheorie blieb im Laufe der Zeit fast unverändert; man nahm n der Apposition auf einer Seite das Vorhandensein von Resorptionsprocessen auf de Seite an, namentlich um merkwürdige Veränderungen an der äussern Oberfläche un Markhöhlenseite des Knochens zu erklären. Die Entdeckung der Osteoklasten wu bedeutende Stütze dieser Ansicht.

Wenn man heute die Vorgänge am Knochen vorurtheilsfrei untersucht und die R der beiden Wachsthumstheorien prüft, so ergibt sich etwa folgendes:

1. **Grob anatomische Beobachtung.** — Man hat in der zu verschiedene stufen sich geometrisch ähnlich bleibenden Architectur der Knochenbälkchen einen zu finden geglaubt, der nur durch die Annahme einer Expansion, also interstitieller keineswegs aber durch Apposition zu erklären sei (J. Wolff). Diese Beobachtun hauptsächlich am obern Femurende gemacht worden.

Im Gegensatz hierzu ist sicher nachgewiesen, dass der Winkel zwischen Hals u des Femur während der Wachsthumsvorgänge nicht gleich bleibe (Steudener, Und als zweiter Umstand wurde gefunden, dass die Architectur der Knochenbälkche haupt keineswegs unwandelbar sei; man weiss, dass die Resorption des Callus nach F nur bis auf die physiologisch wichtige Form stattfindet, dass dabei entsprechend ei vorhandenen Dislocation eine veränderte, aber zweckmässige Anordnung der Knochen stattfinde, und dass nach einer guten Lagerung der Fracturstücke die normale Ar wieder gebildet werden könne.

2. **Die mikroskopische Beobachtung** wurde von verschiedener Seite und b an dem Unterkiefer angestellt.

Ruge untersuchte das 1. Backzahnstück des Unterkiefers an verschiedenen Alte Strelzoff fand bei seinen ausgedehnten Untersuchungen über die Knochenentwicklu die Knochenkörperchen in embryonalen Knochen näher aneinander liegen, als im senen; beide Beobachter wurden Verfechter des interstitiellen Knochenwachsthums.

Aus den Untersuchungen von Ruge konnte aber nur hervorgehen, dass das be Knochenstück in verschiedenem Alter verschieden sei, nicht, dass derselbe Knoch interstitielle Vorgänge sich ändere. Strelzoff's Messungen wurden nur als richtig b wenn man von der Peripherie des einen zum nächsten Rande des Nachbarkörperchen stellt man dagegen die Messung vom Centrum des einen zum Centrum des andern K körperchens an, so erhält man in jugendlichen und erwachsenen Knochen annäher selbe Resultat: die Erklärung zeigt, dass die Knochenkörperchen bei Erwachsenen k sind, als in der Jugend; so kommt es, dass die in der That vorhandene grössere Di zwischen zwei Knochenkörperchen abgelagerten Knochensubstanz beim Erwachsen im Sinne des interstitiellen Wachsthums zu verwerthen ist (Steudener u. A.). Endli sich aus den Beobachtungen von v. Ebner, dass die Knochenstructur vom Kind und

total verschieden ist, und desshalb eine directe Vergleichung minutiöser Verhältnisse zulässt.

3. **Experimentelle Untersuchung.** — Gegenüber den Angaben von J. Wolff ist zu- in Betreff des Längenwachsthums an den langen Röhrenknochen Fol- zu konstatiren:

Stifte, welche als Marken in gemessener Entfernung an der Diaphyse eines jugendlichen chens eingefügt werden, zeigen nach weiterem Wachsthum des Knochens keine Verschie- zu einander, sie behalten ihre ursprüngliche Entfernung von einander; eine Verschie- tritt nur insofern ein, als die durch die Stifte markirte Knochenpartie von dem Knochen- abrückt und mehr in die Mitte des Knochens geräth.

Stifte, welche in gemessener Entfernung in Diaphyse und Epiphyse fixirt sind, also den mediärknorpel zwischen sich fassen, zeigen nach weiterem Wachsthum des Knochens beträchtliche Verschiebung zu einander: die Entfernung ist gewachsen. Diese beiden suche sind von J. Hunter, Duhamel, Maas, Wegner, Ollier u. A. angestellt.

Wird der eine Intermediärknorpel eines jugendlichen Knochens entfernt, ohne dass der chen sonst beschädigt wird, so zeigt sich nach vollendetem Wachsthum, dass der betref- Knochen kürzer ist, als der entsprechende gesunde der anderen Seite (Ollier). Durch Combination des obigen Stiftversuches mit der letzterwähnten Excision des Intermediär- pels lässt sich nachweisen, dass nach Entfernung des Knorpels ein weiteres Wachsthum sem Knochenende überhaupt nicht stattfindet (Helferich). Experimente, welche da- ausgehen, die während einer gewissen Periode neugebildete Knochenmasse von dem früher vorhandenen Knochen zu unterscheiden, wie die Versuche mit Krappfütterung) und die Phosphorfütterung (Wegner) lehren die Anbildung der neuen Knochen- an gewisser Stelle, besonders an der Diaphyse, da wo sie dem Intermediärknorpel . Alle diese Versuchsresultate beweisen in Bezug auf das Längenwachsthum die Unver- lichkeit des einmal gebildeten Knochens (der Diaphyse), und die fortwährende Anbil- neuer Knochensubstanz am Diaphysenende vom Intermediärknorpel aus.

Für das Dickenwachsthum lässt sich noch leichter nachweisen, dass dasselbe ganz Periost abhängig ist. Werden feine Metallplättchen subperiostal an einem wachsenden en eingefügt, so werden sie bald von einer dünnen Knochenlage bedeckt; je jugend- der Knochen, an welchem in dieser Weise experimentirt wird, desto dicker wird mit it die aufgelagerte Knochenschicht und das Plättchen wandert mehr und mehr in die enwand hinein, bis es schliesslich an der Markhöhlenseite zum Vorschein kommen , da hier, entsprechend der Apposition an der Aussenseite, Resorptionsvorgänge eintre- um die Markhöhle zu vergrössern und ihre definitive Form zu bestimmen.

Alle experimentellen Resultate weisen also auf das Deutlichste darauf hin, dass Län- und Dickenwachsthum der Knochen durch Apposition und Resorption stande kommen, dass interstitielle Processe dabei keine Rolle spielen. Die grob mischen und mikroskopischen Verhältnisse haben gleichfalls die letztere nicht nur nicht sen, sondern sogar widerlegt.

Knorpel und Bänder.

Zur Bildung der glatten Oberflächen der Gelenkenden, zur Verbindung der elnen Skeletstücke unter einander, findet sich ein von der Knochensubstanz ntlich verschiedenes Gewebe: das **Knorpelgewebe** verwendet, welches sich ch besondere Biegsamkeit und Zähigkeit auszeichnet. Es enthält nur eine ge Menge anorganischer Bestandtheile, etwa 2—7 pCt. (Bibra). Seine ge Masse besteht aus chondringebender Substanz, die ziemlich viel Wasser, chen 30 und 46 pCt., enthält.

Die Lebenserscheinungen innerhalb des Knorpels scheinen gering. Die

weit von einander liegenden, durch Zwischenmaterie getrennten Knorpelzellen, der Mangel an Blutgefässen, erklärt dies. Niemals heilt eine Knorpelwunde durch neugebildete Knorpelsubstanz, es bildet sich nur eine bindegewebige Narbe. Es ist dies auffallend, da der Knorpel zu den Formbestandtheilen ge- hört, welche in pathologischen Neubildungen entstehen können.

J. Arnold studirte, durch Infusion mit indigschwefelsaurem Natron, die Saftbahnen im Knorpel. Der Ernährungssaft wird durch die Gefässe des Perichondriums und Marks zugeführt, in der Intercellularsubstanz dringt er durch enge, zwischen den Fibrillen und Fibrillenbündeln gelegene »interfibril- läre Spalten« vor, welche wieder durch feine in der Knorpelkapsel radiär ver- laufende »intracapsuläre Spalten« in den von der Kapsel umschlossenen »peri- cellulären Raum« einmünden, in welchem die Knorpelzelle von einer sehr dünnen Schicht von Ernährungsmaterial umgeben ist. Budge nimmt nach seinen Beobachtungen ein eigenes festbegrenztes Röhrensystem im Knorpel an, in welchem im Leben Ernährungsflüssigkeit im Zusammenhang mit dem Lymph- gefässsystem cirkulire.

Der Zusammenhalt der einzelnen Skeletstücke wird durch einen **Bandapparat** vermittelt, welcher die zusammengehörigen Knochenenden, die Ge- lenke, mit häutigen, dicht anliegenden Kapseln umschliesst, deren Festigkeit noch durch eigene, seitlich oder im Innern der Gelenke befindliche Bänder ver- stärkt wird. Zur Herstellung dieses Verbindungsapparates findet sich das elastische Gewebe und das lockige Bindegewebe benutzt, welches sich dazu durch seine grosse Festigkeit besonders eignet, die mit einer grossen Dehnbarkeit bei niederen, mit einer grossen Steifigkeit bei höheren Spannungs- graden verbunden ist. Da das Bindegewebe der Träger der Blutgefässe ist, vermittelt es überall den Zutritt der ernährenden Gefässe zu den umschlosse- nen Gebilden. Seine Festigkeit mit Elasticität wird gesteigert durch je- Härtungsprocess seiner Grundsubstanz, der zur Bildung der elastischen Mem- branen und Bänder führt.

Aus diesen dreierlei Geweben: dem Knochen-, Knorpel- und lockigen Bindegewebe mit elastischen Elementen, ist der passiv bewegte Theil der Maschine des menschlichen Körpers zusammengesetzt.

Die Gelenke.

Ein Theil des Skeletes ist durch mehr oder weniger unbeweglich mit ein- ander verbundene Knochen gebildet, so dass wir ihn für unsere Betrachtung zunächst als fest ansehen dürfen: die Knochen des Rumpfes. An diesen sind die eigentlich zur Bewegung dienenden Knochen der Extremitäten beweglich eingelenkt. Uns interessirt hier vor Allem die Verbindungsweise der Extremi- tätenknochen unter sich und mit dem Rumpfe, da wir vorzüglich die Bew- gungsmöglichkeit ins Auge zu fassen haben.

Die Verbindungen der Bewegungsapparate sind im Allgemeinen nach ein- einfachem Principe konstruirt. Zwei Knochen stossen mit freien Endflächen an- einander; um die Berührungsflächen zieht sich eine häutige Kapsel, die mit dem einen Ende an dem einen, mit dem anderen an dem zweiten der beweglich an- einander verbundenen Knochen, und zwar am Rande ihrer Berührungsflächen

heftet ist. So entsteht an den Berührungsflächen eine vollständig geschlos- Höhle: die Gelenkkapsel. Die Wände dieser Höhle sind vollkommen glatt, so die mit einem Knorpelüberzuge versehenen Gelenkenden, sie werden h eine eiweiss-, fett- und mucinhaltige Flüssigkeit mit vielen zerfallenen n und etwa 95 pCt. Wasser: die Gelenkschmiere, schlüpfrig erhalten 60). Der Spannung der Gelenkkapseln stehen die das Gelenk umlagern- Muskeln vor.

Der Ausdruck Höhle für das Innere der Gelenkkapsel ist im strengen Wort- falsch, insofern diese vollkommen von ihrem Inhalte ausgefüllt ist. Die Bewegung etwa zwischen den Gelenkenden entstehenden Lücken werden durch die Gelenkflüssigkeit ausgefüllt (König). Da gleichzeitig bei allen ken ein vollkommener Luftabschluss existirt, so werden schon allein durch Luftdruck die Gelenkenden und die Gelenkkapsel fest an einander an- ckt, so dass sie unter normalen Bedingungen, so lange die Gelenkkapsel zerrissen ist, nicht von einander weichen können. Allen Bewegungen der enenden an einander folgt die Gelenkflüssigkeit und die Membran der kapsel, so dass niemals ein hohler, leerer Raum in der Gelenkhöhle ent- Diese Verbindungsweise macht den Zusammenhalt der Gelenkenden der en ohne Aufwand von mechanischer Kraft möglich. Die Wirkung des uckes, der dem Entstehen eines leeren Raumes in den Gelenkkapseln enwirkt, ist so bedeutend, dass sie nicht nur der Schwere der eingelenk- ieder das Gleichgewicht hält, sondern dass sie noch überdies die Knochen ner gewissen Kraft, welche verschieden gross ist, im Oberschenkelgelenk e nachdem das Becken gegen das herabhängende Bein mehr oder weniger er abducirt ist (A. E. Fick), an einander drückt. Wir verdanken diese iss der Luftdruckwirkung in den Gelenken den Untersuchungen der Ge- r Eduard und Wilhelm Weber. Der Gelenkkopf des Oberschenkels wird mlicher Kraft in der Pfanne festgehalten, auch wenn alle Weichtheile mit apsel durchschnitten wurden; sobald man aber die Gelenkpfanne vom aus anbohrt und damit der Luft freien Zutritt gestattet, so sinkt der Ge- pf aus der Pfanne heraus. Aeby constatirte dasselbe Verhalten für die n wichtigsten Gelenke; er formulirt seine Resultate dahin, dass der Luft- an und für sich nach Durchschneidung sämmtlicher das Gelenk umgebender theile einschliesslich der Kapsel völlig ausreiche, um die Gelenkflächen in ct und somit die dazu gehörigen Skeletabschnitte in Zusammenhang zu er- . (Fr. Schmid gibt an, dass der Luftdruck das Gewicht der Schenkel etwa seines Gewichts übercompensirt.) Durch die Einrichtung, dass die Wir- des Luftdruckes durch das Gewicht des an dem Gelenke hängenden Gliedes ernd äquilibrirt ist, können sich die Gelenkflächen fast ohne Reibung an der bewegen, das Bein kann in seiner Gelenkpfanne fast reine Pendel- gungen ausführen. Unter diesen Bedingungen ist es nothwendig für bigere Bewegungen, dass die eine Gelenkfläche ziemlich genau der Ab- der anderen sei; bei den Bewegungen schleifen oder gleiten diese an r hin. Fr. Schmid erhärtete wieder (gegen Paletta und König) die voll- e Congruenz der beiden Gelenkflächen des Hüftgelenks. Da die Ge- chen selten Abschnitte von Kugelflächen, meist Theile congruenter Ro- sind, so kann eine vollkommene Flächenberührung zwischen

Kopf und Pfanne nur bei dem Zusammenfallen der Rotationsaxen beide treten. Ist das nicht der Fall, so müssen grössere oder geringere Zwischen zwischen Kopf und Pfanne entstehen (welche König mit Unrecht aus For schiedenheiten erklären wollte).

Alle im menschlichen Körper sich findenden Gelenke, welche eine grössere B lichkeit zeigen, sind durch das Zusammenstossen sogenannter Rotationsflächen, oder vie Stücke von solchen gebildet, die man sich entstanden denken kann durch Umdrehung beliebigen Curve um eine mit ihr fest verbundene gerade Linie. So entsteht z. B. der Cyl dessen Schema sich bei den Gelenken verwendet findet, bei den sogenannten Charn gelenken dadurch, dass sich eine gerade Linie um eine mit ihr parallel in derselben gelegene Linie dreht. Die Abgussfläche des Cylinders, in die er bei der Bildung der Ge hineingesenkt ist, kann natürlich auf dieselbe Weise gleichzeitig entstanden gedacht we wenn wir uns vorstellen, dass die gedrehte Linie den Cylinder aus einer weichen Mass ausschneidet, wobei zugleich der Cylinder und sein Abguss hervorgebracht wird. Aus d Bilde wird am leichtesten durch unmittelbare Anschauung klar, wie bei zusammenstoss Rotationsflächen, z. B. in den Gelenken, nur solche Bewegungen vorkommen können, einer Drehung um die Axe der Rotationsfläche bestehen, wenn eine Entfernung der ander schleifenden Flächen nicht möglich ist.

Darnach wären die Bewegungen in den Gelenken sehr beschränkt, je nach der For zusammenstossenden Gelenkflächen; die Natur ertheilt ihren Gelenken dadurch eine gr und mannigfaltigere Beweglichkeit als die Mechanik, dass sie bei allen ihren mecha Einrichtungen sich nicht an geometrische Strenge der Ausführung bindet. Ein Ch gelenk, das nur Bewegung in einer Richtung zulassen sollte, konnte sonach auch in a Richtungen eine wenn auch beschränkte Beweglichkeit erhalten. Es entstehen so die mischten Gelenke der Anatomie.

Am freiesten ist die Beweglichkeit derjenigen Gelenke, bei denen die zusammenstoss Flächen Abschnitte ein und derselben Kugel sind: der Kugelgelenke; der eine K besitzt eine convexe, der andere eine concave Gelenkfläche, welche genau auf einander wie bei dem Hüftgelenke, dem Schultergelenke. Diese Gelenke zeigen im Gegensatz anderen Gelenken, welche nur eine Bewegung nach bestimmter Richtung gestatten, a seitige Beweglichkeit. Vor allen sonstigen Rotationsflächen ist nämlich die Kugel, — entstanden, indem sich ein Halbkreis um seine Axe, diese als feststehende Linie gedacht — dadurch ausgezeichnet, dass sie mit ihrem als festgestellt gedachten Abguss (der G pfanne) in allseitiger Berührung bleibt, nicht nur bei der Drehung um eine bestimm sondern bei der Drehung um jede beliebige Linie als Axe, welche durch den Mittelpu Kugel geht. Jede Axe der Kugel kann als Drehungsaxe verwendet werden. Bei den gungen solcher concaver und convexer Kugelflächen an einander bleibt nur der Mitt der Kugel unbeweglich, bei den Bewegungen des Cylinders in einem Cylinderaussch es eine Linie, die Cylinderaxe, welche als ruhend bei dem Aneinanderschleifen gedac den muss. Die Gelenke mit Kugelflächen können sonach alle Bewegungen ausführe denen der Mittelpunkt der Kugelflächen unbewegt bleibt. Nach Schmid (cf. oben) sind d meisten Gelenkflächen nicht Abschnitte congruenter Kugelflächen, sondern Theile cong Rotationsellipsoide.

Der Bau der Extremitätengerüste.

Die in der angegebenen Weise verbundenen Knochen stellen Hebe durch deren Bewegung in bestimmten Richtungen Lasten gehoben, oder geschoben etc. werden können.

Die oberen und unteren Extremitäten zeigen

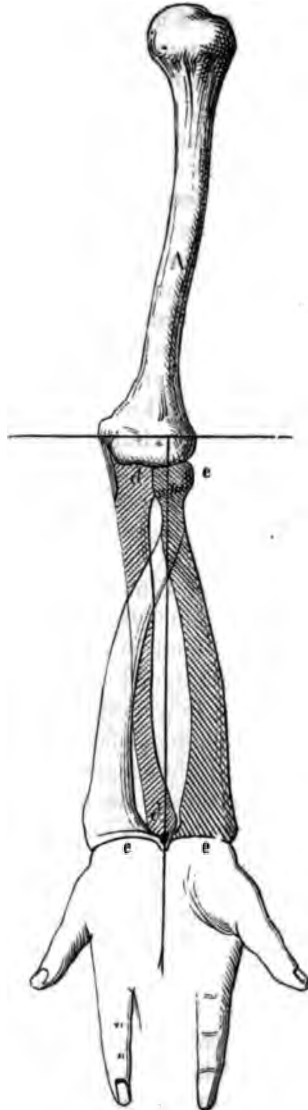
e Analogie. Doch finden sich zwischen beiden Modificationen, welche ihren denartigen Leistungen entsprechen. Während die Beine als feste Trages Rumpfes oder zur Ortsbewegung desselben dienen, haben die Arme die

Fig. 157.



chema des Ellenbogengelenkes in grösster Beugung und Streckung.

Fig. 158.



Schema der Bewegungen des Unterarmes; sie erfolgen um die beiden gezogenen Axen.

e des Ergreifens, Festhaltens, Abwehrens r Objecte von dem Gesammtkörper. Wir ı demnach die Beine in ihrer Structur in ihren Bewegungen stabiler erwarten als die Arme, die eine geringere Festigagegen eine grössere Beweglichkeit für nnigfaltigeren Verrichtungen verlangen.
s **Armgerüst** ist ein gegliederter Stab, r mit dem Rumpfe durch das freieste Ges ganzen Körpers, das **Schultergelenk**, enhängt. Die hohe Beweglichkeit des rgelenkes beruht vor Allem darauf, dass es enanntes **Kugelgelenk** ist, das aber inhier eine Besonderheit zeigt, als der Geof zwar den grössten Theil einer Kugelarstellt, die Pfanne aber nur ein sehr kleiück der entsprechenden Hohlkugel. So lso durch den knöchernen Theil des Gedie Beweglichkeit weit weniger beschränkt, der Fall wäre, wenn die Pfanne als starre Knochenkapsel den grössten es Gelenkkopfes, wie bei den Nussgelenken der Mechanik, umgreifen

würde. Das Festhalten des Armes in seinem Schultergelenke ist dem L drucke mit Hülfe der umschliessenden dehnbaren Kapsel übertragen. Es k also eine Drehung des Armes in diesem Gelenke nach allen Richtungen um Mittelpunkt der Kugelgelenkfläche stattfinden.

Die beiden Hauptabschnitte des Stabes — Ober- und Unterarm — s durch ein Charniergelenk mit einander verbunden, welches eine fast l liebige Beugung der beiden Abschnitte, die Streckung aber nicht weiter stattet, als bis Oberarm und Unterarm eine gerade Linie mit einander bi (Fig. 157). Die Rückwärtsbewegung über die gerade Linie hinaus ist d eine Hemmungsvorrichtung, einen Sperrhaken: das Olekranon, unmöglic macht. Es wird durch diese Einrichtung der Arm in der ausgestreckten zu einem festen steifen Stab, an dessen vorderem Ende eine Last ziehen k ohne ihn zu biegen; der ganze Arm kann sonach unter diesen Umständ ein einfacher, starrer Hebel benutzt werden.

Das Ellenbogengelenk zwischen Oberarmknochen und Ulna, welch Hauptunterarmknochen zu betrachten ist, besitzt wie gesagt nur ein schränkte Beweglichkeit, die nur Beugung zulässt. Dadurch, dass das U armknochengerüste aus zwei neben einander liegenden, gegen einander dr verbundenen Knochen: Ulna und Radius, gebildet ist, konnte dem Unt noch eine Drehung, Torsion, um seine Längsaxe ermöglicht werden, w freilich weniger mit den Functionen des Armes als mit denen der an de terarme ansitzenden Hand zu thun hat (Fig. 158). H. Welcker fasst di und Supinationsbewegung nicht als Rotation, sondern als Charnierbew auf. Die Axe des Charniers gehe von der Mitte des Radiusköpfchens zum fortsatz der Ulna. Gehe man von der Parallelstellung beider Knochen a bewirke eine Dorsalflexion des Radius Supination, Volarflexion Pron

Die Hand ist ein vielfach gegliederter Mechanismus, dessen bewegli lenkverbindung Beugung und Streckung, Adduction und Abduction gestatt sich alle Bewegungsmöglichkeiten, die sich bei den einzelnen Gelenkv dungen finden, vom Schultergelenke an bis zum Handgelenke summiren, die Hand die ausgedehnteste Bewegungsmöglichkeit. Die Zahl der Verri gen, deren die Hand fähig ist, beruht auf der Mannigfaltigkeit ihrer mög Bewegungen als Ganzes und ihrer einzelnen Theile. Die Hand beste fünf an ihren Enden verbundenen, gegliederten Stäbchen, welche auf mosaikartig gebauten Knochenstücke, der Handwurzel, in einer Reihe einander befestigt sind. Jedes solche Stäbchen besteht zunächst aus Grundgliede, dem Mittelhandknochen, von denen vier ziemlich unbew mit einander verbunden sind und somit ein tellerartiges Organ: den Han ler darstellen. Der Mittelhandknochen des Daumens zeigt dagegen eine g Beweglichkeit, auf welcher, vereinigt mit der ebenfalls vorhandenen ger Beweglichkeit des Mittelhandknochens des kleinen Fingers, die Möglichke Zusammenbeugung des Handtellers zu einer rinnenartigen Vertiefung un Gegenüberstellbarkeit des Daumens beruht. Auf den unteren Enden der M handknochen sitzen die Knochen der Finger frei beweglich auf. In den Gel der Finger- und Mittelhandknochen ist ausser Beugung und Streckung bis etwas über die Gerade auch noch Ab- und Adduction möglich, die einz Fingerglieder besitzen nur die Fähigkeit der Beugung und Streckung. Mit

ıger kann sich die Hand zum hohlen Gefässe, zur Faust, zum Haken und ılfe des gegenüberstellbaren Daumens zur Zange, zum Ring gestalten, ı dem Bedürfnisse, welchem durch die Bewegung genügt werden soll.

ie Vielfachheit der Bewegungsmöglichkeiten und wirklich ausgeführten ungen des Armes und der Hand hat bisher eine vollkommen genaue meche Analyse derselben noch vereitelt. So mag diese Skizze genügen, um ld der mechanischen Verhältnisse, die sich hier ergeben, zu entwerfen.

ie Functionen der unteren Extremitäten sind weit einfacherer Art der Arme. Sie beschränken sich auf die Unterstützung des Rumpfes bei tehen und die Fortbewegung desselben bei den verschiedenen Arten des s. Es war möglich, diese Verrichtungen vollkommen auf ihre mechanischen bedingungen zurückzuführen. Das entscheidende Verdienst in dieser ıng gebührt den oben genannten Gebrüdern Weber, deren Arbeiten als lage für alle mechanischen Erläuterungen der Bewegungen des animalen ımtkörpers dienen müssen.

eberblicken wir auch hier vorerst den Bau der Bewegungsglieder, so seir die Vermuthung, dass sie im Verhältnisse zu den Armen eine grössere keit ihres Gerüstes besitzen würden, vollen bestätigt. Nicht nur sind die einzelnen .elet der Beine bildenden Knochen massiver ärker, auch ihre Gelenkverbindungen zeiine grössere Festigkeit auf Kosten ihrer glichkeit.

Fig. 159.



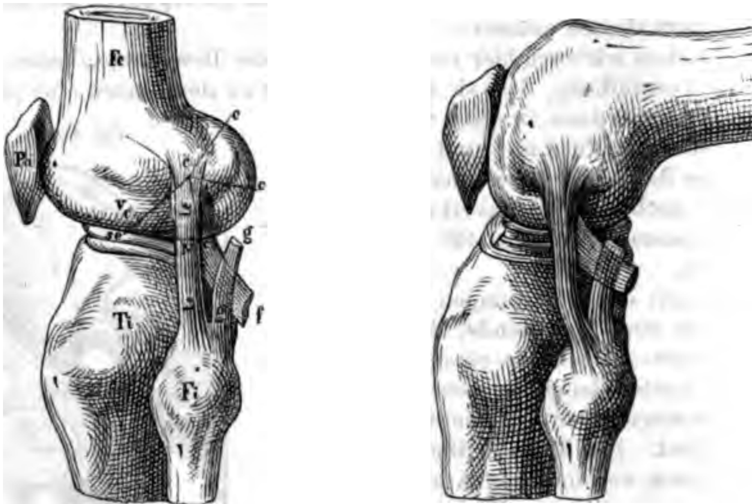
Hälfte eines menschlichen Beckens nach Weber. a Ligamentum teres, Linie c Drehungsaxe des Beckens im Schenkelkopf.

ie Freiheit der Bewegungen der Arme ist dadurch eine bedeutende, dass sie durch ystem beweglich unter einander und mit tumpfe verbundener Knochenstücke, Schultt und Schlüsselbein, mit dem starren Rumpfe nden sind. Die Beine artikuliren an dem nbeweglich verbundenen Knochenring des ns, in dessen hinteren Umfang die Wirbelfest eingeklemmt ist. Das Becken bildet arre Basis des Rumpfes, mit welcher letzauf seinen Tragsäulen ruht.

ie Beine sind wie die Arme mehrfach geıne Stäbe. Die Art der Gelenkverbindungen ebenfalls eine unverkennbare Aehnlichkeit. las Gelenk zwischen Oberschenkelknochen ecken, das Hüftgelenk, ist wie das Schulenk ein Kugelgelenk und zwar ein wirk- Nussgelenk, das, wie schon angegeben, durch das Uebergreifen des Pfannes über den grössten Theil des Gelenkkopfes die Beweglichkeit zwar ig möglich macht, sie aber doch nach allen Richtungen ziemlich beıkt (Fig. 159). Auch hier ist die eigentliche knöcherne Hohlfläche des kes ein weit geringeres Stück einer Kugelfläche als die Gelenkfläche des chenkelkopfes. Ein dem Pfannenrande aufgesetzter Knorpelring umgreift elenkkopf in grösserer Ausdehnung. Die Bewegungen werden in dem

Hüftgelenke gehemmt durch eine sehnige Kapsel, welche bei Bewe
gespannt und gedreht wird, ihre vordere Wand wird durch das feste Ligan
ileo-femorale verstärkt, welches eine Rückwärtsbiegung des Rumpfes bei
henden Beinen durch seine Anspannung verhindert. H. WELCKER unters
vier Verstärkungsbänder des Hüftgelenks: Lig. ileofemorale a
und superius, Lig. pubofemorale und Lig. ischiofemorale. Es sind das die
Faserzüge der Kapsel, welche sich bei stärkster Streckung des Fer
meisten spannen. Streckt man das Bein aus der mittleren Lage, in
die Verstärkungsbänder erschlafft sind, so winden sich diese spiralig
Schenkelhals und pressen diesen in die Pfanne ein. Davon rührt es h
bei Streckung und Beugung sich der Schenkelkopf in der Pfanne w
Schraube in einer Schraubenmutter bewegt.

Fig. 160.



f Sehne des Musculus popliteus. *le* Ligamentum laterale externum. *cc*, *cc IV*, *cc V* die zunehm
Halbmesser des Kondylus. *gg* ein eigenthümliches Band, das von der Fibula zur Kapsel in der Kni
geht, und die Sehne *f* des Musculus popliteus in einer bestimmten Lage erhält.

Das Kniegelenk gestattet durch diese Einrichtung, die man sei
rer Zeit schon als Schraubengelenk oder Spiralgelenk bezeichnete, eine B
in ziemlicher Ausdehnung, die Streckung jedoch nur bis zur geraden L
dem Oberschenkelbeine, ohne dass wir hier eine ähnliche Hemmungs
tung wie das Olekranon am Ellenbogengelenk antreffen. Während der St
ist nur Beugung in dem Kniegelenk auszuführen. Bei gebogenem Kn
der Unterschenkel auch nach auswärts und vorwärts gedreht werde
höchster Streckung macht der Unterschenkel gleichfalls eine leichte I
nach aussen (Supination), die Beugebewegung beginnt mit einer Pronati
nach AEBY und ALBRECHT nicht sowohl auf dem Abwickeln des Gelenksch
ganges als auf gewissen Spannungsverhältnissen der Kreuzbänder beruh
Drehung des Unterschenkels an dem Oberschenkel bei gebogenem Gelenk
durch eine Drehung des äusseren Kondylus um den inneren. (AEBY und A
erklären neuerdings die Contactlinie der beiden Kondylen nicht für eine S

ie entsprechen dagegen zwei sich an einander schliessenden Kreisen von verchiedenem Halbmesser.)

Die Beschränkung der Beweglichkeit im Knie beruht wie bei dem Hüftgenk auf der Anwesenheit von Gelenkbändern, die nach bestimmten Richtungen, nach den Stellungen des Beines hemmend wirken. Bei gestrecktem Knie nd es die starken Seitenbänder, bei gebogenem die Kreuzbänder, welche dem elenk seine Festigkeit geben und die Bewegungen theilweise beschränken. e beiden Seitenbänder spannen sich bei der Streckung des Knies an und erlaffen bei der Beugung. Der Grund dafür liegt darin, dass in der gestreck Stellung der Abstand des Knochens von der Berührungsfläche bis zum tzpunkte des Bandes grösser ist als in der Beugung des Gelenks. Die Gekfläche des Kondylus ist nämlich von vorn nach hinten nicht sphärisch, sonrn mit zunehmendem Halbmesser gekrümmt (cf. oben Aeby), so dass dadurch i einer übermässigen Streckung die Ansatzpunkte des Bandes sich von eինder entfernen müssen (Fig. 160). So wird durch die Spannung der Seitennder eine weitere Streckung, wie eine Drehung des Unterschenkels vermien. Die Kreuzbänder haben die Aufgabe, die Oberschenkelgelenkfläche bei en Graden der Beugung auf der Tibialgelenkfläche festzuhalten.

Der Fuss bildet eine breite, feste Unterstützungsfläche, auf welcher der sammtkörper mittelst seiner Beine schliesslich ruht. Er zeigt trotz seiner stigkeit eine ziemliche Beweglichkeit, der bei dem Gehen eine nicht unbetende Rolle übertragen ist. Die beiden Gelenke zwischen Unterschenkel d Talus und zwischen Talus und Fuss erlauben ihm Streckung und Beugung, wie Abduction und Adduction, Supination und Pronation, ohne dass diese rschiedenen Bewegungsmöglichkeiten störend auf die Festigkeit des Ganzen wirkten, was besonders dadurch erreicht ist, dass diese mannigfachen Begungen nicht mit einem Gelenke vollführt werden können, sondern auf die nannten beiden Gelenkverbindungen vertheilt sind.

Das Gelenk zwischen Unterschenkel und Talus gestattet nur Beugung und eckung und ist ein Charniergelenk; der Gelenkcylinder gehört dem Talus er wird von den beiden gabelförmig herabragenden Knöcheln umfasst und t, worin sie, wie das in analoger Weise am Kniegelenke der Fall ist, durch e Seitenbänder unterstützt werden.

Die übrigen Bewegungen werden in dem Gelenke des Talus mit dem Fusse geführt, das eine sehr complicirte Gestalt besitzt und, wie es scheint, aus ei Kugelgelenken zusammengesetzt ist. Sein Bau scheint noch nicht vollmmen aufgeklärt. Auch hier hält ein fester Bandapparat die Knochen in ihrer genseitigen Lage.

Der Fuss, der wie die Handwurzel auch aus einer, aber etwas beweglichen Mosaik von kurzen Knochen zusammengesetzt ist, stellt ein Gewölbe dar, t der Concavität dem Boden zugekehrt, auf dem es mit nur drei Punkten fruht: mit dem Körper des Fersenbeines, mit dem Köpfchen des ersten und n des letzten Mittelfussknochens. Die Abflachung des Gewölbes wird trotz r Gelenkverbindungen der dasselbe darstellenden Knochen durch einen Bandparat gehindert.

Die Zehen sind die Analoga der Finger; sie dienen aber nicht wie jene m Ergreifen und Festhalten, sondern für gewöhnlich nur zur Verlängerung

und Verbreiterung der Unterstützungsfläche des Körpers. Ihre Bew passt die Unterstützungsfläche den Unebenheiten des Bodens möglichst men an, so dass auch auf unebenem Boden ein Feststehen ermögli Ihre Beugung und Streckung verwandelt die Unterfläche des Fusse Bedürfniss in eine ebene oder halbradartig gekrümmte Fläche, wo den Akt des Gehens wesentlich unterstützen.

Die Leistungen des menschlichen Bewegungsmechanismus.

Wir haben im Vorstehenden den Bau der Bewegungsmaschine des mensc ganismus in seinen wesentlichsten Zügen kennen gelernt. Eine nähere Beschreibu berührten Verhältnisse gehört nicht in die Physiologie, sondern in die Anatomie, für eingehendere Studien verweisen müssen.

Wie es bei den Beschreibungen der von der Technik benutzten Maschinen ge haben auch wir den Zweck der animalen Maschine bei der Betrachtung in den V gestellt. Freilich war es uns unmöglich, auch nur einigermassen vollkommen nischen Einrichtungen zu zergliedern, die sich so unendlich mannigfaltig finden, w richtungen des menschlichen Körpers selbst. Doch haben wir ein Bild gewonnen gemeinen Verhältnissen, auf denen die Möglichkeit dieser vielseitigen Leistun Auch hier sehen wir die Natur mit weit einfacheren Mitteln zum Zwecke gelangen Mechanik vermag.

Die Charniergelenke der Natur lassen fast alle nach den neueren Untersuchung dere als Charnierbewegungen zu, besonders geringe Schraubenbewegungen, bei de Cylinder auf seinem Ausschnitt wie eine Schraube in ihrer Mutter abwindet. Da Ellbogengelenk bieten dafür Beispiele. Meissner hat nach der Methode von La das Gelenkende der Ulna Stifte so eingeschlagen, dass sie mit der Spitze eben in höhle hineinragten. Bei den Bewegungen und Streckungen in dem Ellbogengele sie so Spurlinien auf die convexe Gelenkfläche des Oberarmknochens, die sich eines Schraubengewindes darstellen. Der Gelenkcylinder des Oberarmes ist Schraube, die sich in der Schraubenmutter der concaven Gelenkfläche der Ulna Aehnlich ist es im Kniegelenke, das schon auf den ersten Blick etwas von einer artigen Einrichtung erkennen lässt.

Wie sinnreich und in der Mechanik unbenutzt sind die Befestigungen der G an einander durch Luftdruck, dessen Stärke mehr als hinreichend ist, das Gewi den Gelenken hängenden Extremitäten zu äquilibriren, so dass die Bewegunge Reibung möglich sind.

Als Hemmungsapparate der Bewegung findet sich nur am Ellbogengelenke licher mechanischer Sperrhaken, das Olekranon; bei allen anderen Gelenken sin die zur Befestigung der Gelenkenden dienenden Bandapparate verwendet, welc ihrer elastischen Eigenschaften bei höheren Spannungsgraden eine weitere Ausdeh mehr gestatten. Wie einfach ist ihr straffes Anspannen zur Hemmung erreicht; bei gelenke sahen wir eine leise Abweichung der Gelenkhöcker von der mathematisc hinreichen, die Seitenbänder bei der einen Stellung stärker, als bei der anderen z und damit gewisse Bewegungen gestatten oder verbieten, je nach dem gefordert einer jeden Gelenkstellung. Wir sehen damit die Beine, scheinbar allen Regeln de spottend, obwohl sie Tragsäulen des gesammten Körpers sein sollen, aus mehrfach ten, gegen einander beweglichen Abschnitten bestehen, je nach Bedürfniss in bewegliche Stützen verwandelt oder im Zickzack gebogen, je nachdem sie zum S zum Fortbewegen des Körpers dienen sollen.

Der Organismus wird hier, wie überall, vor der Maschine dadurch charakterisirt, dass an ihm zwar eine strenge Gesetzmässigkeit im Allgemeinen überall bethätigt finden, aber rhalb dieser Gesetze an allen Orten die grösste Freiheit jeder individuellen Gestaltung n gebend. Bei den Maschinen der Mechanik sind wir gewöhnt, die Vollkommenheit dar- h zu beurtheilen, wie genau nach Form, Lage, Maass die einzelnen Theile einander und t vorgeschriebenen Plan entsprechen. In dem Organismus finden wir nirgends diesen rlichen Schematismus, der nur für oberflächliche Betrachtung zugleich Vollendung ist. Mit einer vollkommenen Erkenntniss des Baues der Bewegungsmaschine müssen sich Leistungen auf einfache, mechanische Gesetze zurückführen lassen.

Der Gedanke, dass die Verrichtungen des menschlichen Körpers unter die Gesetze der nik fallen, dass sie auf mechanischem Wege zu Stande kommen, ist ein schon sehr Man hatte die Organismen mit Maschinen freilich sehr complicirter Art verglichen; hatte versucht, Maschinen — Automaten —, welche die Bewegungen des mensch- Körpers ausführten, zu bauen, und zwar unverkennbar mit der wissenschaftlichen Ab- auf diesem Wege einen Einblick in das mechanische Problem des Organismus zu erhal- Die physiologische Physik wendete sich schon seit geraumer Zeit diesen Vorgängen zu, er mechanischen Erklärungsweise vor allen anderen thierischen Functionen am leich- zugänglich schienen. Noch immer ist aber für die Mehrzahl der Bewegungen des rs diese Erkenntniss nicht vollkommen erreicht.

Die zwei Hauptfunctionen der Beine: als Stützen und als Bewegungsorgane des Gesammt- rs zu dienen, sind in sehr vollkommener Weise in ihren mechanischen Verhältnissen rt worden. Es sind die schon mehrfach citirten Untersuchungen der Gebrüder Weber r die Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge, denen wir diesen Fortschritt der Wis- chaft vor Allem verdanken.

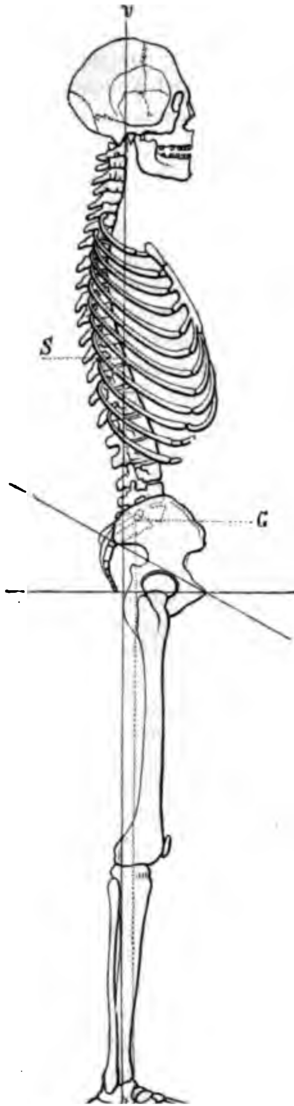
Wenden wir unsere Aufmerksamkeit zuerst auf die **Mechanik des Aufrechtstehens.** Es er- ich aus den Untersuchungen über diesen Gegenstand, die im Anschluss an die Unter- ngen der Gebrüder Weber vor Allem von H. Meyer ausgeführt wurden, dass zum dekommen eines natürlichen ungezwungenen Stehens fast einzig und allein die ischen Einrichtungen der passiv bewegten Körpertheile des Skeletes ausreichen, so wir dieses Stehen als die aufrechte Ruhelage des menschlichen Körpers bezeichnen n. Dass es trotzdem nicht ganz ohne Anwendung aktiv bewegender Organe — der ln — möglich ist, beweist, ausser dass nur der belebte Körper aufrecht gestellt werden die Ermüdung, welche nach längerem Stehen eintritt und einen Aufwand aft bekundet.

m Stehen ist es erforderlich, dass der Oberkörper auf den als steife Stützen wirkenden n im Gleichgewichte getragen wird, dass also die senkrechte Linie, welche wir durch Schwerpunkt des Körpers zur Unterstützungsfläche herab uns gezogen denken können, Schwerlinie, innerhalb des von den Füssen umspannten Raumes hereinfällt.

Bei dem natürlichen Stehen, bei welchem diesen Bedingungen genügt ist, bilden die e einen nach vorne offenen Winkel von etwa 50°. Die Unterschenkel sind parallel ge- lt, die Oberschenkel stehen in der Verlängerung der Unterschenkel, beide bilden mit ein- er senkrecht stehende Säulen. Die Schwerlinie durch den Schwerpunkt des ge- mten Körpers mit den Beinen, der nach Ed. Weber im Promontorium, nach Meyer Canal des zweiten Sacralwirbels liegt, fällt nur wenig hinter die Drehaxe der Kniege- ke und nur wenig vor eine Linie, durch welche wir die Fuss-Unterschenkelgelenke mit nder verbinden können. Der Schwerpunkt des Rumpfes allein liegt nach Horner der Mitte des zehnten Rückenwirbels, wenn die Arme am Rumpfe herabhängen, die Wir- ule gestreckt und der Kopf festgestellt ist. Eine durch ihn auf die Unterstützungsfläche ogene Schwerlinie fällt ziemlich weit hinter die Drehpunkte der Hüftgelenke, weniger weit er die Drehaxe der Kniegelenke. Dies rührt daher, dass der Rumpf im Hüftgelenke ziem- h stark hinten übergelehnt ist.

Die mechanischen Bedingungen dieser Stellung sind folgende. Die Stellung i
lenke ist fixirt durch die Wirkung des Ligamentum ileofemorale superius. Denk
die Drehpunkte der Hüftgelenke durch eine hori
rechts nach links laufende Gerade verbunden
diese eine Axe dar, um welche der Rumpf nach
rückwärts gedreht werden kann. Der Rumpf i
Stehen nach hinten übergeneigt, die Schwere
noch weiter nach hinten zu drehen bestrebt se
Drehungsbestreben wirkt das Ligamentum il
entgegen, welches sich bei der Rückwärtsdr
spannt und diese damit über einen bestimmten
aus bei feststehenden Beinen verhindert. So
mittelst dieses Bandes der Rumpf mit den Obe
ein in sich festes System, das auf den Unter
auf den Kniegelenken balancirt. Der Schwer
Rumpfes mit den Oberschenkeln fällt etwas, abe
wenig, hinter die Drehaxe des Kniegelenkes,
während der Streckung mit möglichst breiten F
rührt. Es genügen nur sehr geringe mechan
richtungen, um dem geringen Zug der Schwe
wegen der Lage der Schwerlinie die Knie zu b
strebt ist, das Gleichgewicht zu halten. Auch
vor Allem Bänderspannung, die Spannung des
tum ileotibiale (der Fascia lata) und die Spa
schon genannten Ligamentum ileofemorale.
mentum ileofemorale hält das Becken und die
kel in ihren gegenseitigen Lagen fest, die si
Beugung im Kniegelenke verändern müssen;
mentum ileotibiale spannt sich gegen eine Kr
in ähnlicher Weise an, wie das Ligamentum il
bei der Rückwärtsbeugung des Rumpfes, sc
Rumpf mit den Oberschenkeln in analoger Weis
von diesem Bande gehalten wird.

Fig. 161.



Alle die bisher besprochenen Momente, v
Rumpf mit den Beinen zu einem festen Systeme
widersetzen sich der Beugung im Fussgelenl
einer solchen Stellungsveränderungen in den d
derspannung fixirten Gelenken eintreten müss
Beugung im Fussgelenk (Astragalusgelenk) w
die Lage der Schwerlinie des Gesammtkörper
vor das genannte Gelenk fällt, angestrebt. Ein
widersetzt sich die Gestalt der Gelenkflächen,
der Beugung das vordere breitere Ende der A

gleichsweise starren bei der betrachteten Stellung. Das Gleichgewicht in den Gelenken ist sich unter allen Umständen nur ein sehr labiles; um der Stellung eine grössere Festigkeit geben, werden auch noch äussere Muskelkräfte zur Feststellung der Gelenke wendet. Im Hüftgelenke ist die Stellung an sich am gesichertsten. Die Auswärtsrollung Oberschenkel beim Stehen, das Sicherstellen gegen weitere Rotation des Rumpfes besorgt M. glutaeus maximus. Am Kniegelenke wird die Spannung des Ligamentum ileotibiale Fascia lata), an das sich bekanntlich der M. glutaeus maximus inserirt, durch die Contion dieses Muskels verstärkt, so dass seine besprochene Wirkung eine sicherere ist. In Fussgelenke wirken die Wadenmuskeln (Mm. gastrocnemii) und die vom Unterschenkel Fuss laufenden Muskeln: Mm. tibialis posticus, peronaei postici, soleus, einer Beugung gen. Wir dürfen die Wirkung dieser Muskeln nicht überschätzen. Sie haben nur die be, bei etwa eingetretenen Störungen der an sich durch das Skelet mit seinen Bändern gegebenen Gleichgewichtslage der einzelnen Körperabschnitte zu einander die Balance r herzustellen. Das ungezwungene Stehen ist durch die mechanischen Einrichtungen Körpergerüstes fast allein schon möglich gemacht.

Wie es uns möglich war, die Mechanik des Stehens abgesehen von eingehender Betrachder aktiv auf das Skelet wirkenden Kräfte zu verstehen, so wird uns das auch bei der wichtigeren Körperfunction, auf welcher mechanische Hauptleistungen des mensch Körpers beruhen, gelingen, bei der Darstellung der Mechanik des Gehens und der wandten Bewegungen.

Wir verstehen nach den Untersuchungen der Gebrüder Weber unter natürlichem en diejenige Gangart, bei welcher vermittelst seiner unteren Extremitäten mit möglichst gem Kraftaufwande der menschliche Körper nahezu horizontal über einen ebenen Boden st gleichbleibender Geschwindigkeit fortgetragen wird.

Hierbei wirken verschiedene Kräfte auf den Körper, von denen die einen beschleunigend, nderen verzögernd wirksam werden. Die erste ist die Schwerkraft, welche die verbwärts gerichtete Geschwindigkeit beschleunigt, und die durch eine Kraft, welche in echter Richtung den Körper stützt, äquilibrirt werden muss, um den Rumpf weder steich sinken zu lassen. Die andere ist der Luftwiderstand, der die Bewegungen in Richtung verzögert. Die dritte ist die Streckkraft je eines Beines, welche nicht nur uftwiderstand überwindet, sondern auch die ganze Masse des Körpers vorwärts schiebt. e Bewegung eines Kahnes mit Hülfe einer Ruderstange auf stehendem Wasser kann d für einen Theil der Bewegungen abgeben. Der Schwerkraft, welche auf den Kahn wird durch das Wasser das Gleichgewicht gehalten; bei dem Gehen übernimmt diese n abwechselnd das eine Bein, auf das sich der Körper stützt. Die Ruderstange wird gegen den Boden angestemmt mit einer bestimmten Kraft, welche genügt, den Kahn fortsen; diesen Theil der Arbeit übernimmt stets das zweite Bein, das gerade nicht zur e dient. So ist das Gehen je aus drei Abschnitten zusammengesetzt: aus zwei aktiven, n und Fortstossen, und aus einem passiven, der darin besteht, dass die Extremität, e eben nicht zum Fortstossen benutzt wird, sich durch gewisse Stellungsveränderungen sser Thätigkeit vorbereitet.

Das Mittel zur Ausführung der Bewegung ist die Streckung zweier in entgegengesetzter ung gebogener Gelenke, des Kniegelenkes und des Fussgelenkes, wodurch aus einem im kel gebogenen ein gerader, also wesentlich längerer Stab erzeugt wird: auf dieser plötzn Verlängerung beruht das Vorwärtsschieben des Rumpfes (Fig. 162). Der Körper würde i nach vorwärts fallen, wenn nicht gegen Ende der Projection die zweite Extremität als e sich gegen das Fallen unterstellen würde. Beide Extremitäten wechseln mit dem Traund Bewegen der Last ab. Da das Vorwärtsschieben stets nur von einem Beine aus ert, also etwas von einer Seite her, so würde der Stoss den Körper nicht nur vorwärts, dern auch etwas zur Seite bewegen, wenn nicht stets der Arm auf der Seite des fortenden Beines vorwärts fiele und damit den Schwerpunkt etwas nach dieser Seite schöbe.

Fig. 162.

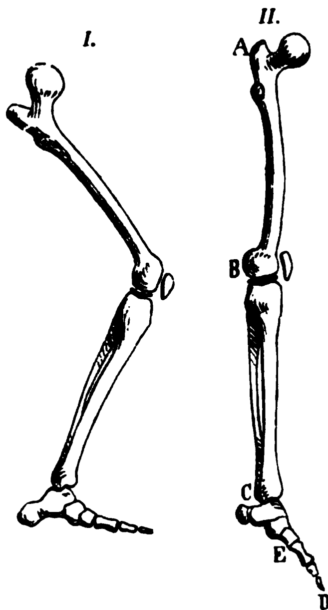
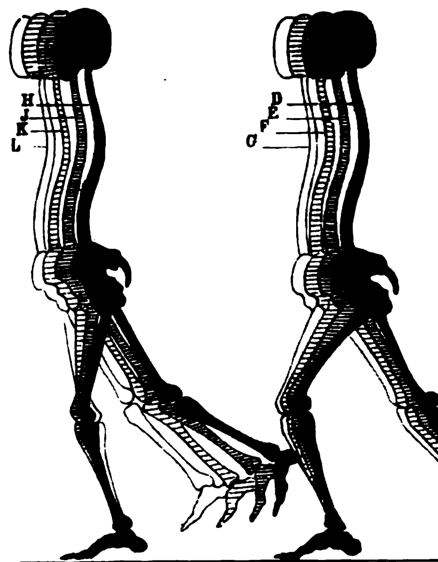
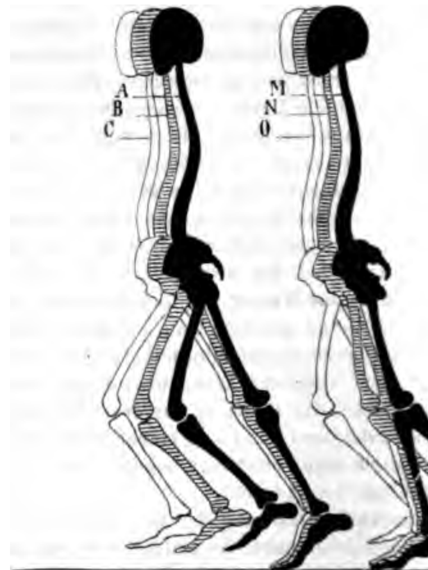


Fig. 163.





Stellt nach WEBER die gleichzeitige Lage eines Beines … raum eines Schrittes dar. Der Uebersicht wegen sind … in 4 Gruppen getrennt worden. Die erste Gruppe: *DE*… verschiedenen Lagen dar, welche beide Beine, während … dem Boden stehen, gleichzeitig erhalten; die zweite Gr… die verschiedenen Lagen, welche beide Beine in der Z… wenn das aufgehobene Bein hinter dem stehenden wei… die dritte Gruppe: *MNO* die verschiedenen Lagen, … Beine in der Zeit annehmen, wenn das schwingende … hende überholt; die vierte Gruppe *ABC* die verschied… welche beide Beine in der Zeit erhalten, wenn das … Bein dem stehenden weit vorausgeeilt ist. An diese Stell… sich zum zweiten Schritt wieder die erste Gruppe: *D*…

Bei dem Gehen schwebt stets ein Bein am Rumpfe hängend in der Luft — das passive Bein —, während das andere — das aktive — auf den Boden angestemmt ist.

Es gibt bei jedem Schritt einen Moment, wo das eine Bein senkrecht etwas gebeugt unter dem Schwerpunkt des Rumpfes steht; das andere Bein steht dann ziemlich weit nach hinten und zwar vollkommen in allen seinen Gelenken gestreckt, und berührt nur noch mit den Zehenballen — den Metatarsusköpfchen — den Boden. Es bilden so die beiden Beine mit dem ebenen Boden, auf dem sie stehen, etwa ein rechtwinkeliges Dreieck. Die Hypotenuse stellt das schief nach hinten, die eine Kathete das senkrecht unter dem Schwerpunkt stehende Bein, die andere die Verbindungslinie der beiden Beine am Boden dar.

Das senkrecht stehende Bein *A* hat bei dem nun folgenden Schritt die Projection des Körpers

übernehmen. Es nimmt dazu eine etwas nach vorwärts geneigte Stellung ein und verlän- rt sich durch Streckung in seinen Gelenken. Der Körper würde dadurch nach vorwärts len müssen, wenn nicht das andere Bein *B* sich aus seiner Lage gleichfalls entfernt hätte d so weit vorgerückt wäre, dass es nun senkrecht, etwas gebeugt, unter den Schwerpunkt stehen käme. Es übernimmt damit die Thätigkeit, welche eben das Bein *A* verrichtete, ein neuer Schritt beginnt. In dem Augenblicke der höchsten Streckung des Beines *A* te sich nämlich *B* vom Boden vollkommen los, vermittelst einer leichten Beugung in seinen enken etwas verkürzt, und machte eine Pendelschwingung im Hüftgelenke nach wärts bis senkrecht unter den Körperschwerpunkt, dessen Stütze es nun darstellen muss.*) dem Strecken des projicirenden Beines *A* wird, wie angegeben, nicht nur das Knie-, son- auch das Fussgelenk gestreckt; dadurch wird die Ferse vom Boden abgehoben, die Last dann einen Augenblick nur noch auf den Zehenballen; endlich erheben sich auch diese, ss vor dem Beginn der Pendelschwingung das Bein nur noch mit dem Ballen der grossen den Boden berührt. Die Gebrüder Weber vergleichen dieses Abwickeln des Fusses m Boden mit der Bewegung des Fortrollens eines Rades (Fig. 168).

Das passive Bein macht also, während das aktive die Projection ausführt, eine Pendel- wingung nach vorwärts. Es ist dieses Faktum von besonderer Wichtigkeit, da diese wärtsbewegung des passiven Beines, um als Unterstützung zu dienen, demnach ganz ohne and von Muskelkräften geschieht. Dadurch werden zwei Vortheile zugleich erreicht, bedeutende Kraftersparniss und eine vollkommene Regelmässigkeit der Schritte. Da das ht des Beines durch den Luftdruck im Hüftgelenke fast äquilibrirt ist, so kann es un- rt ziemlich vollkommene Pendelschwingungen ausführen. Wir sehen in Folge davon die itte unter dem Einfluss der Pendelgesetze vor sich gehen: die Pendelschwingungen neh- mit der Kürze des Pendels an Schnelligkeit zu, ebenso die Schwingungen der Beine, so sich daraus die gravitätischen Gehbewegungen grosser Personen erklären, wie die he Beweglichkeit der kleinen.

Die Schrittlänge ist, wie sich aus directer Anschauung ergibt, um so bedeutender, je ter das aktive Bein vor Beginn seiner Projectionsthätigkeit gebeugt war, also je tiefer ge- t der Rumpf beim Gehen getragen wird. Auch die Fusslänge ist von Einfluss, da sich bei Vorgang der Abwickelung des Fusses vom Boden vor dem Eintritt der Pendelschwingung Fuss der Schrittlänge hinzuaddirt. Je länger der sich abwickelnde Fuss ist, eine desto ere Länge wird dem Schritte dadurch hinzugefügt.

Wir sahen, dass es einen Zeitpunkt gibt, während dessen beide Beine bei dem Gehen den n berühren. Dieser Zeitraum kann bei dem geschwindesten Gehen fast vollkommen zu werden, so dass der gestreckte Fuss in demselben Augenblick zu pendeln beginnt, in der andere nach seiner Schwingung niedergesetzt wurde.

Die Streckung des aktiven Beines ist selbstverständlich nur vermittelst äusserer, auf das et wirkender Kräfte möglich. Sie werden durch den vierköpfigen Streckmuskel des Knies durch den Wadenmuskel und Musc. soleus, die den Fuss strecken, ausgeführt. Bei der ven Beugung des Beines, um die Pendelschwingung möglich zu machen, wirkt wieder der enmuskel, der das Knie etwas beugt.

Der Rumpf, welchen der Luftwiderstand stets in seiner Vorwärtsbewegung verzögert, d etwas nach vorwärts geneigt, und zwar um so mehr, je rascher die Gangbewegung ist.

Das militärische Gehen ist von dem natürlichen Gehen sehr verschieden; der schschritt ist eine Turnübung, bei welcher möglichst alle Beinmuskeln in Uebung Thätigkeit versetzt werden; bei ihm findet kein Pendeln des »passiven« Beines statt, alle wegungen beider Beine werden absichtlich mit Aufwand von Muskelkraft ausgeführt.

*) (Nach Marey's graphischen Messungen ist diese Pendelschwingung nur bei sehr rascher wegung eine annähernd regelmässige, bei langsamem Gang ist dagegen die Geschwindigkeit s passiven Beines eine gleichförmige, was auf gleichzeitige Muskelthätigkeit schliessen st. Ist das vielleicht nur bei den militärischen Schritte der Fall?)

H. Meyer hat die **Mechanik des Sitzens** mit Rücksicht auf die für die Gesundheits wichtige Schulbankfrage einer genaueren Analyse unterzogen. Meyer nennt Linie, mit welcher wir die beiden Sitzbeinhöcker verbinden können, Sitzhöck Diese Linie ruht zunächst immer bei dem Sitzen auf dem Sitze auf. Um dem Si Festigkeit zu verleihen, stützt sich der Körper ausser auf die Sitzhöckerlinie noch a Punkte, welche entweder vor oder hinter der betreffenden Linie liegen. Je nach dieser accessorischen Berührungspunkte vor oder hinter der Sitzhöckerlinie wird Schwerlinie des Rumpfes entweder vor oder hinter diese Linie fallen. Meyer unt darnach zwei Sitzarten, die eine als vordere, die andere als hintere Sitzla beiden Sitzbeinhöcker, Tubera ischii, sind an ihrer Oberfläche, mit der sie auf dem ruhen, convex gekrümmt, so dass der Oberkörper auf ihnen wie ein Schaukelpferd Kufen sich vor- und rückwärts rollen kann. Bei der vorderen Sitzlage ruhen Sitzhöckerlinie auch noch die Schenkel auf dem Sitze auf, es entsteht dadurch e (viereckige) Basis für den Rumpf. Bei dem Sitzen auf niedrigen Schemeln ber Schenkelunterflächen den Sitz nicht, hier bilden die Füsse, wo sie den Boden ber accessorischen Stützpunkte; auch auf diese Weise entsteht eine breite (viereckige) I Schwerlinie fällt dabei normal stets vor die Sitzhöckerlinie, der Rumpf neigt sich um so mehr, je niedriger der Sitz ist. Seine aufrechte Stellung muss durch Mu erhalten werden, bei übermüdeten Personen fällt bei dieser Sitzlage der Kopf schli die Kniee (Nicken der im Sitzen Schlafenden). Die Muskeln, welche das Vorfallen de welches schon in etwas die Reibung der Sitzhöcker auf ihrer Unterlage erschwert, v sind die gespannten Beugemuskeln des Kniegelenkes, welche vom Tuber ischii en Ihre Betheiligung ist mehr passiv. Die Kürze dieser Muskeln verhindert bei gestre des Unterschenkels eine stärkere Vorbeugung im Hüftgelenke; noch stärker wirkt Richtung ein Uebereinanderschlagen der Beine. Aktiv halten den Rumpf die Stre im Hüftgelenke aufrecht, deren Ermüdung wir auch bei längerem Si Allem fühlen.

Die durch anhaltendes Sitzen erfolgenden Störungen sind für l Allem die daraus entstehende Neigung zu Verkrümmung der Wirbelsäule (Skoliose die vordere Sitzlage wird, am stärksten bei muskelschwachen, jugendlichen Indiv Wirbelsäule concav nach vorne gebeugt. Diese Beugung kann entweder aktiv durc kung der Streckmuskeln des Rumpfes vermieden werden, die bei Geradesitzen darun ermüden, oder passiv, indem wir dem Rumpfe eine stützende Unterlage durch Au Ellbogen auf eine hohe Stuhllehne oder den Tisch ertheilen. Ist der Stuhl sehr ni der Tischrand hoch, so müssen zum Zwecke des Aufstützens die Schultern sehr hoc werden. Man stützt sich dann wohl nur mit einem (dem rechten) Ellbogen a Schulter bedeutend gehoben wird, während der andere Ellbogen herabsinkt und die dazu gehörige Schulter. Es leuchtet ein, wie durch eine solche einseitig schiefe bei jugendlich bildsamem Knochengerüste, eine seitliche Wirbelsäulenverkrümm stehen muss; die Wirbelsäule ist bei der betreffenden Haltung nicht unbedeuter nach rechts ausgebogen.

Die (natürliche) hintere Sitzlage benutzt als hinter der Sitzhöckerlinie accessorischen Stützpunkt die Spitze des Kreuzbeins. Dabei bekommt der Rumpf bedeutende Beugung nach hinten. Wollen wir in dieser Sitzlage an einem Tische

h langem Sitzen. Die kurze Rücken- (Kreuz-) Lehne lässt die betreffenden Muskeln mög-st wenig ermüden. Sie gestattet dabei die grösste Beweglichkeit des Rumpfes und ein weiliges Aufstützen der Ellbogen, um auch die Wirbelsäulenmuskulatur ausruhen zu sa. Die hohe gerade Lehne ist unzweckmässig, weil sie den am meisten stützbedürftigen tten des Rumpfes keine Unterstützung gewährt; es tritt bei Ermüdeten ein (nach vorne aves) Zusammenknicken der zwischen den weit aus einander liegenden Stützpunkten nen Theile der Wirbelsäule ein, in vielen Fällen mit einer Tendenz zum nach vorne hen.

EYER räth, vor Allem die (künstliche) hintere Sitzlage mit Benutzung der n Rückenlehne zum Sitzen an Arbeitstischen und Schulbänken zu verwenden. Es muss aber der Stuhl dem Tische sehr nahe stehen, und letzterer so niedrig sein, dass er rhebung der Schulter ein Auflegen der Ellbogen gestattet. Auf diese Weise würde der Hauptgründe für an der Schulbank erworbene Wirbelsäulenverkrümmungen weg-

licht nur die Wirbelsäulenverkrümmung, auch andere Leiden können, namentlich gendlich bildsamen Körpern, durch übermässig langes Sitzen hervorgerufen werden: tigkeit der Brust und des Zwerchfells bei der Athmung wird beim Sitzen eine er-rte, Congestionen zu den Bauch- und Beckenorganen bilden sich aus, die Muskeln, tlich die der unteren Extremitäten, werden erschlafft u. v. a. Bewegung in Zwischen-stunden, Einschieben von Turnstunden zwischen Lehrstunden, bei welchen Sitzen rlich ist, sind für Schulen vom hygieinischen Standpunkt energisch zu empfehlen. nässig lange stehend zu arbeiten, zu schreiben u. a. bringt bei Kindern andere, aber weniger bedenkliche Störungen wie das Sitzen im Körper hervor: Schiefstellung des s und der Schulter, venöse Stauung in den Beinen u. a. (cf. unten Turnen Cap. XIX).

rbeitsleistung durch Gehen. — Offenbar ist die Ortsbewegung die wichtigste mecha-Thätigkeit des Körpers, ihr ist die Hauptsumme der Organe, die Hauptmasse des ge-en Körpers gewidmet. Staunenswerth ist die Einfachheit des Bewegungsprincipes, der Hülfsmittel, durch welche so kraftvolle und rasche Bewegungen ausgeführt werden mit so geringem Aufwande äusserer Bewegungskräfte. Die Glieder des Menschen r die Ortsbewegung so vollkommen eingerichtet, dass der Mensch nach Versuchen keine andere Art der Krafterzeugung mehr zu leisten vermag, als durch ihre Benutzung em Zwecke. So wird uns das überraschende Resultat der Tabelle klar, mit der wir Besprechungen dieses Capitels begannen, dass der Mensch am Tretrade so weit mehr zu leisten vermag, als an der Kurbel. Im ersteren Falle ist die Arbeit vorzüglich den Extremitäten übertragen, und zwar leisten sie diese in der für sie am vortheilhaf-erkannten Weise der Lokomotion des Körpers.

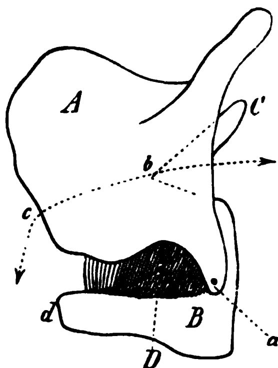
s ist nicht schwer, sich einen Begriff davon zu machen, in welcher Weise durch Orts-egung des Körpers Arbeit geleistet wird. Nehmen wir z. B. an, ein Mann von logramm Körpergewicht habe einen Berg von 2000 m erstiegen, so heisst das offenbar s weiter, als dass er sein Gewicht von 70 Kilogramm auf die angegebene Höhe gehoben , d. h. er hat 140 000 Kilogrammmeter Arbeit geleistet. Diese Arbeitsgrösse würde auf oppelte steigen, wenn er eine Last, die seinem Körpergewicht gleich wäre, mit sich auf Rücken emporgetragen hätte; sie würde seine Arbeitsleistung an der Kurbel weitaus treffen: 184 320 : 280 000. Bei der Leistung im Tretrade kommt noch eine Arbeit der en Extremitäten hinzu, wodurch dieselbe so hoch gesteigert wird: 345 600. Die Gebrüder r geben eine Formel an, nach der die bei dem Gehen auf horizontalem Wege geleistete it für einen erwachsenen Körper berechnet werden kann. Darnach berechnete ich für n Mann die Arbeitsleistung für eine Stunde Weges auf horizontalem Boden auf 25 000 Kilo-mmeter. In 8 Gehstunden würden somit etwa 200 000 Kilogrammmeter Arbeit durch Ortsbewegung des Körpers geleistet, etwa die gleiche Grösse, wie sie in der citirten Tabelle len Göpel verzeichnet ist.

Die Wirkung der Stimmbänder.

Das Vermögen, artikulirte Laute und musikalische Töne hervor beruht wie die im Vorigen besprochenen Leistungen wesentlich auf veränderungen von (knorpeligen) Skelettheilen.

Das Stimmorgan, das musikalische Instrument des Menschen, is kopf. Sowohl Beobachtungen an lebenden Menschen als an ausges Kehlköpfen zeigen, dass die Stimme in der Stimmritze gebildet findet sich eine Oeffnung in der Luftröhre eines Menschen oder mach solche bei einem Säugethier zum Behuf des Versuches, so kann kei mehr gebildet werden; diese Fähigheit kommt zurück, sowie man di verschliesst. Eine Oeffnung über der Stimmritze hebt dagegen die Sti vollkommen auf; der Kehldeckel, die oberen Stimmbänder können f doch ist noch Stimme vorhanden. Le Stimmritze an lebenden Thieren blos man sich leicht davon überzeugen, das ren Stimmbänder, welche die Stimr schliessen, bei dem Tonangeben in Sch gerathen. Die Entdeckung des Kehlk gels erlaubt es, die Stimmbänder im normalen Organismus während ihrer zu beobachten; man erkennt, dass s Stimmgeben Schwingungen machen, der Stärke und Höhe des Tones an Int Geschwindigkeit verschieden sind. bei tieferen Brusttönen sind ihre Sch sehr ausgiebig; so oft ihre Bänder schlagen, wird die Stimmritze gan schlossen.

Fig. 164.



Seitenansicht des Kehlkopfs. *A* Schildknorpel. *B* Ringknorpel, *C* rechter Giessbeckenknorpel; *b* sein Stimmfortsatz, *b c* Stimmband. Der Zug auf den Schildknorpel in der Richtung des Pfeiles *c* spannt das Stimmband an, wenn die Giessknorpel fixirt sind. Ist ersteres fixirt, so kann auch der Zug in der Pfeilrichtung *b* das Stimmband spannen. *a* Drehungsaxe des Ringknorpels. *D* Musc. cricothyreoideus.

Nach Johannes Müller's bei den Gelehrten allgemein angenommener die unteren Stimmbänder (Lig. thyreoar inferiora) vermittelst ihrer Schwingun unter der Wirkung des Ex-, unter auch des Inspirationsluftstromes von ihr elastischen Kräften getrieben ausfü eigentlich Wesentliche bei der Tonerzeugung. Es ist der Kehlkop branöses Zungenwerk, die Stimmbänder sind die elastischen Zun ein genügend starker Luftstrom gegen diese Zungen geblasen, so diese in Schwingungen, welche zur Tongebung Veranlassung werd

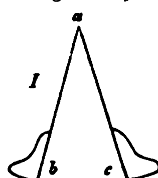
Diese Stimmbänder sind, mit der hier Pflasterepithel tragende haut des Kehlkopfes überzogen, zwischen dem Schildknorpel und beckenknorpeln ausgespannt. Die Spalte, welche sie von einander tr nur in ihrem vorderen Theil als eigentliche Stimmritze (Glottis vocali net; der Theil der Spalte, welcher sich zwischen die beiden Giessbecl

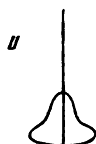
t, trägt den Namen Athemritze (Glottis respiratoria), Bezeichnungen
›r Function der einzelnen Abschnitte gewählt.

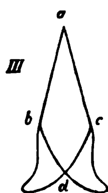
ie Länge und Spannung der Stimmbänder hängt von der
rnung ihrer beiden Ansatzpunkte ab, welche durch Stel-
verschiedenheiten des Schildknorpels gegen den Ring-
›el verändert werden kann. Durch Drehung um eine Queraxe
rten Giessbeckenknorpeln kann der vordere Theil des
:norpels dem vorderen Theile des Ringknorpels mehr
veniger genähert werden, wodurch sich der obere
an welchen die Stimmbänder sich ansetzen, nach
ler hinten bewegt und die Bänder so mehr an- oder
ıbgespannt werden können. Die Giessbeckenknorpel
sich um eine auf die Drehungsaxe des Schildknorpels
›hte Linie, sie entfernen dadurch die hinteren Ansätze
mmbänder mehr oder weniger von einander und be-
n hauptsächlich die Form der Stimmritze.

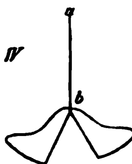
e Stellungsveränderungen des Schildknorpels (Fig. 165)
›n die Musc. cricothyreoidei; sie spannen, wenn die
›ckenknorpel festgestellt sind, die Stimmbänder durch
rabziehen des oberen Randes des Schildknorpels in
htung gegen den Ringknorpel. In den Stimmbändern
verlaufen die Musc. thyreoarytaenoidei, sie setzen sich
Giessbeckenknorpel an und wirken somit, indem sie
re Kante des Schildknorpels nach hinten ziehen, in
›ngesetzter Richtung, sie spannen die Stimmbänder
verkürzen sie durch ihre eigene Contraction. Dabei
auch eine ungleiche Spannung der Stimmbänder ein-
:u können, da ein Theil der Fasern am Stimmbande
›ntspringt. Bei der Contraction werden die Theile des
›andes abgespannt werden, in denen solche Fasern
›n, die anderen dagegen angespannt. Ihr Ansatz an
ssbeckenknorpel ist so, dass ein Theil ihrer Fasern
ıseren Rand derselben umgreift; bei der Contraction
demnach die äusseren Kanten nach innen gezogen;
eren Ränder (Proc. vocales) stossen endlich zusam-
o dass die eigentliche Stimmritze nun vollkommen
ossen ist, während die Athemritze eine dreieckige Oeffnung bildet, mit
tze gegen die Stimmritze zugewendet (No. IV). Analog wirken die Musc.
ytaenoidei laterales, welche die Proc. musculares der Giessbeckenknor-
h abwärts, vorn und aussen ziehen, so dass die Proc. vocales gegen ein-
ıerückt werden. Im entgegengesetzten Sinne wirken die an dem unte-
ıteren Ende (dem Proc. muscularis) der Giessbeckenknorpel angreifenden
›ricoarytaenoidei postici; sie ziehen die äusseren Ränder nach hinten
wärts, nähern die beiden Proc. musculares einander, bis sie zusammen-
, ziehen damit die beiden Proc. vocales von einander ab, so dass dadurch
nm- und Athemritze eine gemeinsame weite, rautenförmige Oeffnung
t (No. III). Ein vollkommener Verschluss der Athem- und Stimmritze,

Fig. 165.









z. B. vor dem Husten, wird durch die gleichzeitige Wirkung der Thyre noidei und der Interarytaenoidei, des Transversus und des Obliquus gebracht, indem sie die ganze Pyramide der Giessknorpel zusammenzi dass gleichzeitig Muskel- uud Stimmfortsätze einander genähert werden

Nach JELENEFFY zerfällt der Musc. cricothyreoideus in drei Componenten, welc Stimmbänder spannen. Die erste durch Hebung des Ringknorpels nach oben und e hinten; die zweite zieht dabei den Ringknorpel zurück, dagegen den Schildknorpel die dritte fixirt bei gleichzeitiger Wirkung beider Hälften den Ringknorpel und Platten der Cart. thyreoidea, wenn letztere durch den M. thyreo-hyoideus festges

Im falschen Stimmband findet RÜDINGER einen eigenen Muskel: Taschenba falsche Stimmband-Muskel: M. ary-epiglotticus oder unterer Giessbecken-K muskel. RÜDINGER schreibt ihm Stellungsveränderungen der MORGAGNI'schen Tas damit Einfluss auf die Wirkung des Resonanzraums des Kehlkopfes zu. An e gerichteten reizte er den Taschenbandmuskel und fand, dass durch ihn die Tascl selbständige Bewegungen ausführen können nach ein- und abwärts, wodurch der I den MORGAGNI'schen Ventrikel verengert, die Tasche selbst durch Entfernung der von der lateralen Wand erweitert wird.

Das menschliche Stimmorgan gehört seiner akustischen Einrichtung nach zu genwerken. Im Kehlkopf sind die unteren Stimmbänder als membranö durch das Trachealrohr gespannt, Bronchien, Luftröhre und der untere Theil des I fungiren als »Windrohr« des Instrumentes, durch sie wird den membranösen Zu Luftstrom zugeleitet, der sie in Schwingungen versetzt. Der obere Theil des Kehlk die Rachen-, Mund- und Nasenhöhle dienen als »Ansatzrohr«.

Die Tonerzeugung in den Zungenwerken (HELMHOLTZ) geschieht dadurch, d einen Luftstrom elastische Platten oder Bänder in schwingende Bewegungen versetz wobei sie die Oeffnung, in der sie befestigt sind, bald schliessen, bald frei lassen. ist dabei nur die Veranlassung, nicht die Ursache des entstehenden Tones. Sie ze Luftstrom, der ohne sie ununterbrochen gegangen wäre, in eine Reihe periodisc kehrender Bewegungen, durch die unser Ohr den Eindruck des Tones erhält. Ma die Einrichtung der membranösen Zungen am einfachsten an hölzernen Röhren, der Ende man von zwei Seiten her in der Weise schräg abgeschnitten hat, dass zwei et winkelige Spitzen zwischen den beiden Schnittflächen stehen bleiben. Ueber die b dachungsflächen spannt man je ein Streifchen vulkanisirten Kautschuks und befesti Fäden, zwischen beiden elastischen Streifen bleibt ein feiner Spalt. Biegen sich branen nach innen, so verschliessen sie, biegen sie sich nach aussen, so öffnen sie Zwei musikalische Instrumente der Art sind die menschlichen Lippen beim der Blechinstrumente und der menschliche Kehlkopf im Gesang und bei de bildung. Die Lippen sind beim Anblasen der Blechinstrumente als schwach e mit viel unelastischem Gewebe belastete membranöse Zungen zu betrachten, die is hältnissmässig sehr langsam schwingen würden. Der Kehlkopf entspricht im All dem oben erwähnten Modell, doch haben seine beiden Zungen, die Stimmbänder, künstlichen den Vorzug voraus, dass die Weite ihres Spaltes (Stimmritze), sowie i nung und selbst ihre Form willkürlich ausserordentlich sicher und schnell geände kann. Dazu kommt noch die grosse Veränderlichkeit des durch die Mundhöhle e deten Ansatzrohres, so dass eine viel grössere Mannigfaltigkeit von Klängen durch si gebracht werden kann, als durch irgend ein einfaches künstliches Instrument. Die w veränderliche Spannung der Stimmbänder verändert und bestimmt die Höhe des To mit dem Kehlkopf verbundenen Lufthöhlen können den Ton der Stimmbänder nicht lich verändern, auch das Ansatzrohr der Mundhöhle ist dazu zu kurz und meist geöffnet. Durch willkürliche Spannung der in den Stimmbändern gelegenen Mus scheint auch die Dicke der Stimmbänder sich verändern zu können. Nach unten

...lich elastischen Theil der Stimmbänder liegt noch viel weiches, unelastisches Gewebe, ...hes wohl bei der Bruststimme als Belastung der elastischen Bänder eine Rolle spielt und ...Schwingungen verlangsamt. Die Fistelstimme entsteht wahrscheinlich umgekehrt ...rch, dass die Ränder der Stimmbänder freier und schärfer werden, indem die unter ... gelegene Schleimhautmasse zur Seite gezogen wird. Dadurch wird das Gewicht der ...ingenden Theile vermindert, die Elasticität bleibt dieselbe. Die Rauhheit der ...me bei Erkältung rührt von Schleimflöckchen her, welche in den Spalt der Stimmritze ...en und den Verschluss und die Schwingungen der Stimmbänder unregelmässig machen. ...em Modell ist leicht zu demonstriren, dass die Entfernung der membranösen Zungen, ...echend der Weite der Stimmritze, von Einfluss ist auf die Möglichkeit, Töne hervorzu-... Nur wenn die Spalte eng ist, gelingt die Tonerzeugung leicht, bei weiterem Spalte ... das »Anblasen« verstärkt werden. — Die HELMHOLTZ'sche Lehre von den Tönen und ...en cf. bei Gehörsinn.

...n Beziehung auf die Schwingungen der gespannten Stimmbänder walten, wie aus dem ...en sich ergibt, im Allgemeinen dieselben Gesetze, die sich bei gespannten Saiten ...d machen. Wie bei letzteren ist die Schwingungszahl der Länge und dem Durchmesser ...ehrt proportional, sie ist direct proportional der Quadratwurzel des spannenden Ge-...ts oder der Spannung, und umgekehrt proportional der Quadratwurzel der Dichtigkeit. ...aiten von verschiedenen Durchmessern und Dichtigkeiten gilt das Gesetz, dass die ...ingungszahl der Quadratwurzel des Gewichtes der Saite umgekehrt proportional ist. ...eres Anblasen steigert bei den membranösen Zungen die Tonhöhe (J. MÜLLER), da durch ...rösseren Exkursionen, welche die schwingenden Platten ausführen, ihre Spannung er-...wird.

Die Quantität der Bewegung, welche die schwingenden Stimmbänder selbst der Luft mit-...n, ist zu gering, als dass sie als Schall beobachtet werden könnte. Es sind, wie oben ..., die rasch sich folgenden periodischen Luftbewegungen, die wir vernehmen. Die ...genden Saiten müssen, wenn sie als Tonquelle benutzt werden sollen, mit Körpern von ...er Oberfläche, Resonanzboden, verbunden werden, die ihre an sich zu schwachen ...gungen aufnehmen und der umgebenden Luft mittheilen. Daher wird das Tönen der ..., des Klaviers, der Guitarre oder Violine hauptsächlich von dem Resonanzboden des ...entes bestimmt.

...s Material der Zungen beeinflusst die Klangfarbe der durch sie erzeugten Klänge we-... Hartes, unnachgiebiges Material, wie das der Messingzungen, lässt die Luftstösse ...r abgerissen hervortreten, als weiches, nachgiebiges. Je kürzer die Luftstösse, je ...er sie eintreten, desto mehr hohe, dissonirende Obertöne treten hervor. Hierin liegt ...heinlich hauptsächlich der Grund, warum vor allen Klängen von Zungenpfeifen die ...chlichen Gesangstöne gut gebildeter Kehlen sich durch Weichheit auszeichnen. Doch ... besonders bei angestrengtem Forte auch bei der menschlichen Stimme eine sehr grosse ...hoher Obertöne auf (cf. Vokale). Wesentlich verändert wird der Klang der Zungen durch ...nsatzröhren. Freie Zungen haben einen scharfen, schneidenden Klang, man hat ein Ge-...dissonirender Obertöne bis zum sechzehnten, zwanzigsten und höher hinauf. Durch das ...ingen eines Ansatzrohres treten diejenigen Obertöne, welche eigenen Tönen des Ansatz-...s entsprechen, beträchtlich verstärkt hervor, die übrigen werden weniger hörbar, ihre ...ung tritt zurück oder verschwindet.

Die Klangbildung im Stimmorgane.

Zur Hervorrufung musikalischer Schwingungen der Luft bedürfen die ...mbänder vor Allem eine gewisse Spannung; wie ungespannte musikalische ...n geben sie ausserdem keine Töne, sondern nur Geräusche von sich. Der ... der Spannung, sowie die Länge der schwingenden Membran bedingen die ... des erzeugten Tones, wobei auch die Stärke des Anblasens mitwirkt. Bei

übermässig hohen, von dem Kehlkopf erzwungenen Tönen bedarf es vorrufung dieses letzten Mittels, so dass diese nur forte angegebe können. Da das Anblasen um so stärker werden kann, je enger die S ist, so zeigt sich diese bei den hohen und höchsten Tönen verengt, d ritze geschlossen. Der Luftdruck in der Luftröhre nimmt mit der T (Cagniard-Latour). Die Stimmbänder können zur Erzeugung höherer verkürzt werden, wie sich aus den Besprechungen der Muskelwirku Je kürzer die Stimmbänder an sich sind, desto höher ist die natürlich des Kehlkopfes, so haben Kinder und Frauen, da sie einen kleineren und damit auch kürzere Stimmbänder besitzen, höhere Stimmen als M

Von der Gestalt und Länge der die Stimmbänder umgebenden Ge Wind- und Ansatzrohres ist die Tonhöhe des Kehlkopfes unabhänig. Alles über den Stimmbändern Gelegene am Kehlkopf entfernen, ohn höhe zu verändern. Garcia hat aber gezeigt, dass mit zunehmende die oberen Stimmbänder sich etwas einander nähern, der Kehldeckel dabei etwas mehr über den Kehlkopfeingang hinweg. Es scheint so sich diese Gebilde an der stärkeren Stauung der Luft in den Luftw zur Hervorbringung hoher Töne erforderlich ist, betheiligen. Dabei Kehlkopf im Ganzen etwas in die Höhe.

Die Wirkungsweise der einzelnen Muskeln ist bei dem Hervorrufe lischer Töne im Kehlkopfe eine sehr mannigfaltige. Wir sehen fort u Spannung der Bänder, ihre Länge, ihre Stärke des Anblasens in ihre gen einander compensiren, so dass derselbe Ton forte und piano wec oder in Stärke an- und abschwellend gesungen werden kann. Es is nach der Stärke des Anblasens die Bänderspannung eine verschied Erzeugung der höchsten Töne steht dem Kehlkopf noch ein weitere zu Gebote, welches Töne von wesentlich anderer Klangfarbe liefert, a wöhnlichen: die oben erwähnte Fistelstimme (S. 685). Die Stim bei dieser Art der Tonerzeugung weiter geöffnet, die Stimmbänder stark gespannt.

Die Genauigkeit ist bewundernswürdig, mit welcher von eine Menschenstimme musikalische Töne angegeben werden, wenn wir b welche Feinheit der Abstufung der Muskelspannungen lediglich auf fühl der Richtigkeit des Tones, d. h. auf dem Gedächtniss für die fü treffenden Ton nothwendige Muskelspannung beruhend, dafür erford A. Klünder zeichnete die Schwingungen zweier Membranen gleichz phisch auf, von denen die eine durch einen Ton der Menschenstimme, d durch denselben konstanten Ton einer Orgelpfeife in Bewegung gese Er fand aus diesen vergleichenden Versuchen, dass der durchsc Fehler einer wohlgeübten Menschenstimme bei Einsatz des Tons nu beträgt. Ein geübter Kehlkopfmuskel des Menschen kann, je nach endung seiner musikalischen Ausbildung, zwischen 40—170 versc Spannungsgrade bei der Tonbildung innehalten.

Die die Stimmritze umgebenden Organe üben durch ihre Reson Einfluss auf Klang und Stärke des Tones aus, der sich je nach de dieser Theile ändern kann (bei der Vokalerzeugung). Auch die Brus gen, die in den Lungen und der Luftröhre eingeschlossene Luft bethei

ch Resonanz an der Tonerzeugung. Bei der sogenannten **Bruststimme**, gewöhnlichen Stimmregister ist die Resonanz der Brust als Fremitus pectozu fühlen; bei der **Fistelstimme** schwingen vor Allem die Organe der d- und Nasenhöhle, die in ihnen enthaltene Luft, mit, wodurch die Bezeichg **Kopfstimme** gerechtfertigt wird.

Je nach der Grösse des Kehlkopfes ist der **musikalische Stimmang** verschieden. Gewöhnlich beträgt er zwei bis zwei ein halb Octaven. rauenstimme liegt höher als die Männerstimme. Der Bass geht, nach der oltz'schen Bezeichnung, gewöhnlich von E (80 Schwingungen in der Se-) bis f^{I} (342); der Tenor von c (128) bis c^{II} (512); der Alt von f (171) bis 84); der Sopran von c^{I} (256) bis c^{III} (1024). Der Gesammtumfang der chlichen Stimme umfasst darnach beinahe 4 Octaven. Diese Grenzen en aber nicht nur durch die Fistelstimme, sondern auch noch in vielen n durch die Bruststimme überschritten. Die Töne zwischen c^{I} bis f^{I} haalle Stimmen gemeinschaftlich, aber mit sehr verschiedener Klangfarbe.

Die Bezeichnung ist hierbei folgende: *c d e f g a h* ungestrichene oder kleine ve (4füssige Octave der Orgel); c^{I} d^{I} etc. eingestrichene (2füssige); c^{II} d^{II} zweigestrichene (1füssige) Octave; *C D* etc. grosse (8füssige) Octave; C_I D_I Contraoctave (16füssig).

Die Sprechstimme.

Während die Töne allein mit Hülfe der Stimmbänder erzeugt werden, wirbei der Erzeugung der Geräusche und Töne, aus denen die Sprache be-, auch die Mundtheile mit, in manchen Fällen bei der flüsternden Sprache ein. Die einzelnen Sprachgeräusche, **Laute** (Buchstaben), werden sodurch die ein- als ausströmende Athemluft erzeugt, während die beweg- Theile der Mundhöhle — in manchen Fällen auch der Nase, die Lippen, hnreihen auf den Kiefern, die Zunge, der Gaumen bestimmte Stellungen ommen haben. In der Mehrzahl der Fälle hat die Sprache einen Klang, laut, weil ausser den Mundorganen auch die Kehlkopforgane, besonders mmbänder mit zur Lauterzeugung benutzt werden. Doch kann unter nden der Stimmapparat ganz unthätig bleiben: die Flüstersprache ist bei geöffneter Stimmritze, beim Einziehen der Luft möglich, wobei die Stimmer nicht in Schwingungen gerathen.

Die einzelnen Komponenten der Sprache: die **Laute**, unterscheiden sich urch, dass die einen, die **Konsonanten**, reine, undefinirbare **Geräusche**, während die anderen, die **Vokale**, den Charakter von **Klängen** haben. tere werden bei der Flüstersprache in der Mundhöhle selbst producirt, bei lauten Sprache mischen sich ihnen noch in den Stimmwerkzeugen hervorrachte bei. Doch üben auch hierbei die eigentlichen Sprachwerkzeuge den timmenden Einfluss aus, sie charakterisiren den Laut; es können alle Vokale demselben Ton, jeder in den verschiedensten Tönen, gesprochen und gesun- werden, ohne dass sie ihre Erkenntlichkeit einbüssen.

Das menschliche Stimmorgan unterscheidet sich von den gewöhnlichen genpfeifen vor Allem darin, dass ihm ein in seiner Gestalt veränderliches atzrohr, Resonanzrohr angefügt ist, die Mundhöhle, welche je nach der

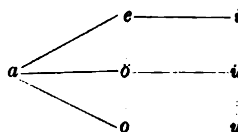
Form, die sie annimmt, einzelne Töne des Instrumentes verstärkt oder schw
Donders fand, dass der Mund durch Veränderung in der Stellung der M
theile für die verschiedenen Vokale verschieden abgestimmt sei (cf. unte

In der Flüstersprache werden die Vokale dadurch erzeugt, dass die in verschie
Gestalt gebrachte Mundhöhle durch den In- oder Exspirationsluftstrom angeblasen wird.
dadurch erzeugten Geräusche lassen eine bestimmte Tonhöhe erkennen (Donders, W
die bei verschiedenen Personen auffallend gleich bleibt. Nach der Methode von Hel
können diese Töne, die Eigentöne der Mundhöhle je nach der verschiedenen St
der Mundtheile durch Mittönen gefunden werden, indem man angeschlagene Stimmg
vor den Mund hält, der zur Aussprache eines Vokales gestellt ist. Trifft man die Stimm
deren Grundton mit dem Tone der Mundhöhle in ihrer bestimmten Stellung identisch
so wird ihr Ton, verstärkt durch die Resonanz des Mundes, hörbar.

Die Vokale. Nach Helmholtz' Definition sind die Vokale der menschlichen Stimme
membranöser Zungen, der Stimmbänder, deren Ansatzrohr, die Mundhöhle, ve
dene Weite, Länge und Stimmung erhalten kann, so dass dadurch bald dieser, bald
Theilton des Klanges verstärkt wird. Mit Hülfe der Resonanzröhren kann man in tiefen,
gesungenen Bassnoten bei den helleren Vokalen sehr hohe Obertöne (bis zum 6.) er
ziemlich regelmässig findet man die ersten 6—8 Obertöne, aber von wechselnder Stärk
scharfen und hellen Stimmen ist die Stärke der Obertöne, namentlich der hohen, grös
bei weichen und dumpfen. Scharfe Töne scheinen dadurch zu entstehen, dass die S
bänder nicht glatt und gerade genug sind, um sich, ohne an einander zu stossen, zu
geradlinigen Spalte zusammenlegen zu können. Mit dem Kehlkopfspiegel sieht man d
normal-schwingende Stimmbänder mit einer auffallenden Genauigkeit schliessen. B
Klängen anderer Zungenwerke, also wohl auch bei denen des Kehlkopfes, nehmen o
sonanz die Obertöne ihrer Stärke nach continuirlich ab. Bei den Vokalen, welche mi
terförmig weit geöffneter Mundhöhle gesprochen werden, bei dem scharfen *A* oder *Ä*
halten sich die Obertöne dieser Annahme ziemlich entsprechend. Je mehr aber die
höhle verengt wird, entweder durch die Lippen oder die Zunge, desto entschiede
ihre Resonanz für Töne von ganz bestimmter Höhe zum Vorschein, und desto mehr
sie in dem Klang der Stimmbänder gewisse Obertöne.

Festgehalten muss werden, dass bei jedem beliebigen, zur Klangerzeugung
baren Spannungsgrad der Stimmbänder an dem sich gleichbleibenden Klange ders
Charakter der verschiedenen Vokale durch Veränderung in der Resonanz des Ans
ertheilt werden kann. Derselbe Grundton, dieselben Obertöne werden dabei v
menschlichen Zungenwerke selbst hervorgebracht, die Verschiedenheit des Klanges
dieselbe Note gesungenen oder gesprochenen Vokale rührt nur daher, dass in den v
denen Fällen verschiedene Partialtöne des Klanges von der Resonanz des Mundes v
worden sind. Die Tonhöhen stärkster Resonanz der Mundhöhle hängen nur von dem
ab, für dessen Bildung man die Mundtheile eingestellt hat. Sie wechseln bei kleine
Dialekten entsprechenden Abänderungen in der Klangfarbe des Vokales sehr bedeutend.
gegen findet man im Allgemeinen dieselbe Resonanz bei Männern, Frauen und Kindern.
der weiblichen und kindlichen Mundhöhle an Geräumigkeit abgeht, wird durch engere
schluss der Oeffnungen ersetzt.

Die Vokale zerfallen in drei Reihen nach der Stellung der Mundtheile, welche
Reymond, der Aeltere, folgendermassen zusammenstellt, indem der Vokal *a* den gemein
Ausgangspunkt für alle drei Reihen bildet:



em Vokale *A* entspricht eine sich vom Kehlkopf ab ziemlich gleichmässig trichterförmig **ernde** Gestalt der Mundhöhle. Bei *O* und *U* wird die Mundhöhle mittelst der Lippen **t, so dass** die Mundhöhle bei *U* vorne am engsten ist, während sie durch Herabziehen **ge in** ihrer Mitte möglichst erweitert wird, im Ganzen also die Gestalt einer Flasche **Hals** erhält, deren Oeffnung, der Mund, ziemlich eng ist. Die Tonhöhe solcher **raume**, die (meist) nur einen Eigenton mit starker Resonanz erkennen lassen, wird **tiefer**, je weiter die Hohlräume und je enger ihre Mündung ist. Bei *U* entspricht der **Eigenton** dem ungestrichenen *f*. Führt man das *U* in *O* über, so steigt die Resonanz **g bis auf** b^{I}. Führt man die Mundhöhle aus der *O*-Stellung allmälig durch die zwischen **O liegenden** Mittellaute in das reine norddeutsche *A* über, so steigt allmählich die Re**num** eine Octave bis auf b^{II}. Die zweite von *A* ausgehende Reihe von Vokalen *A, E, I* **noch** einen zweiten Eigenton. Die Lippen werden so weit zurückgezogen, dass sie **ftstrom** nicht mehr beengen, dagegen tritt eine neue Verengerung auf zwischen dem **n Theil** der Zunge und dem harten Gaumen, während der Raum unmittelbar über **hlkopf** sich durch Einziehen der Zungenwurzel erweitert, wobei gleichzeitig der Kehl**porsteigt**. Die Form der Mundhöhle nähert sich dadurch der Form einer Flasche mit **Halse**. Derartige Flaschen haben zwei deutliche Eigentöne, der eine ist der des **der** andere der des Flaschenraumes. Bei den letztgenannten Vokalen finden wir **tsprechend** einen höheren und einen tieferen Resonanzton. Die höheren Töne **die aufsteigende** Reihe von Eigentönen der Vokale *U, O, A* fort, dem Ton *A* entspricht as^{III}, *E* b^{III} und *I* (mittelst des Luftgeräusches bestimmt) d^{IV}. Schwerer sind die tie**den** hinteren Abtheilungen der Mundhöhle angehörenden Eigentöne zu bestimmen. **richt** d^{II}, *E* f^{I}, *I* (wie *U*) bei *f*. Bei der dritten Vokalreihe, welche durch *Ö* nach *Ü* **t, bleibt** die Zungenstellung die gleiche, wie für die vorstehende Reihe. Für *Ü* ist **ung** wie für einen zwischen *E* und *I* gelegenen Vokal, bei *Ö* die Stellung für *E*, aber **ig nach** *Ä* gezogen. Ausser der Verengerung zwischen Zunge und Gaumen verengern **r auch** die Lippen wieder, so dass sie sich zu einer Art Röhre formiren, die eine vor**längerung** der zwischen Zunge und Gaumen liegenden Röhre bildet. Die Mundhöhle **o Flaschen** mit noch längerem Halse dar, als bei der zweiten Vokalreihe. Die **e des** höheren, dem Flaschenhals angehörenden Eigentons wird dadurch etwa um eine **rtieft**, für *Ö* cis^{III}, für *Ü* g^{III}—as^{III}. Die schwerer zu bestimmenden tieferen Eigen**d für** *Ö* wie für *E* f^{I}, für *Ü* wie für *I* *f*.

Zugang zu den Choanen muss dem Luftstrome bei der Bildung der Vokale versperrt **nehmen** sonst einen näselnden Charakter an. Der Verschluss geschieht durch **des** Gaumensegels, welche die Choanen verschliesst. Am wenigsten vollständig **dies** bei *A*, dann folgt *E, O, U, I*.

dem Gesagten ergibt sich, warum die Vokale am charakteristischsten auf die Noten **werden** können, die einen Oberton haben, welcher mit dem specifischen Eigenton **les** harmonisch ist. Die Diphthongen sind Mischlaute, rasch hinter einander **ene** Vokale, also aus zwei Klängen zusammengesetzt. Die Mundstellung geht dabei **s der** für den ersten in die für den zweiten Vokal über.

Konsonanten sind, wie schon angegeben, mehr oder weniger reine Geräusche. Ihre **ung** ist analog der der flüsternd gesprochenen Vokale unabhängig von dem Kehlkopfe **folgt** dadurch, dass der zum Sprechen verwendete Luftstrom die verschiedenen Rachen-**Mundtheile**, bei verschiedenen Mundstellungen in nicht tönende Schwingungen ver-**Einige** Konsonanten, *M* und *N* durch die Nase gesprochen, sind keine einfachen **sche, sondern** nur Modificationen des Stimmklanges durch die Eigentöne der mitschwin**n, verschieden** gestellten Mund- und Nasenhöhle. Man unterscheidet Lippen-, Zun- **und** Gaumenbuchstaben, je nach dem Ort, an welchem die Geräusche gebildet **n.** Stets sind die Stellen, an denen die Buchstaben in der Mundhöhle entstehen, ver**zu** sogenannten »Thoren«. Das Lippenthor für Bildung der Lippenbuchstaben: , *v, w, m* wird entweder durch beide Lippen gebildet oder durch die Unterlippe und

Gaumen bilden das Gaumenthor für die Gaumenbuchstaben: *k*, *g*, *ch*, *j*, *r* (im B
gesprochen). Dadurch, dass die vorher geschlossenen Thore plötzlich gespren
vorher offenen plötzlich geschlossen werden, entstehen die sogenannten Explo
allen drei Thoren: *p*, *t*, *k*. Geschieht die Oeffnung und Schliessung mehr allmäli
den die Laute weicher: *b*, *d*, *g*. Strömt die Luft allmälig durch die verengten Th
stehen wieder andere Geräusche: *f*, *v*, *s* (scharf), *ch*. Geschieht Letzteres unter M
Stimme, so entstehen *w*, *s* (weich), *l*, *j*. Ist das Thor verschlossen und entweich
strom unter Mittönen der Stimme durch die Nase: *M*, *N*; öffnet und schliesst sic
abwechselnd während des Durchströmens der Luft, so wird das *R* gebildet, das e
dem Zungen- oder Gaumenthor entsteht, je nach dem Dialekt oder der persönlich
gewohnheit. Die zusammengesetzten Konsonanten entstehen analog den
gesetzten Vokalen durch rasche Kombination der verschiedenen Mundstellunge
man in ihnen stets Doppelkonsonanten bekommt.

Ausser den Geräuschen der Konsonanten können auch noch eine Reihe and
Mund- und Rachenhöhle erzeugt werden, die aber nicht zur Sprachbildung als La
werden. Es werden nur diejenigen dazu verwendet, deren Verbindung mit eina
ist. Jede Sprache enthält eine gewisse Anzahl dieser möglichen Laute, und e
dadurch charakteristische Unterschiede in den einzelnen Sprac
jede gewisse Klassen dieser Laute oder einzelne derselben vorzugsweise, andere sp
gar nicht anwendet. Es finden sich in den Buchstaben analoge Geräusche, we
Sprache nicht, wohl aber zu sonstigen Bezeichnungen von Gefühlen, z. B. Sch
nutzt werden; man könnte sie im Gegensatz zu der erlernten die natürlich
nennen. Unter den möglichen Konsonanten-Geräuschen, die zur eigentlichen
Sprache nicht benutzt werden, kommen sowohl explosive als anderweitige contin
räusche vor: das Schmatzen, Gurgeln, Räuspern, Hemsen, Aechzen, Küssen, Niese
Schlürfen, Schnalzen mit der Zunge. Die Schnalzlaute kommen bei den Hottent
Sprache vor, sowie bei andern afrikanischen Völkerschaften. Auch sie werden v
und da zur Bezeichnung von Gemüthsstimmungen allein benutzt, analog dem Sch

Eine richtige Sprache setzt eine normale Bildung der Mundhöhle und
nervation der Sprachorgane voraus. Eine Oeffnung im Gaumen z. B. macht die S
selnd, da nun ein Theil der Luft auch durch die Nase entweichen kann. Durch
heit und Unbeweglichkeit der Zunge und Störungen der Innervation entsteht das S
und Stottern. Die Bildung richtiger Laute setzt das Vermögen des Hörens vora
geborene lernen nur schwer eine Art von Lauten ziemlich roher Art herzorzubr
Taubstummen ist die Stummheit Folge des mangelnden Gehöres. Wenn ihnen
Mühe Articulation gelehrt wurde, so bleibt ihre Sprache doch eine Art Geheul,
Regulators durch das Gehör entbehren. Das Sprechen setzt normalen Versta
Blödsinnige haben keine Sprache, die Laute, die sie articuliren, haben keine Bede
dadurch, dass der, welcher Laute articulirt, einen bestimmten Sinn mit den Wor
det, eine bestimmte Bedeutung in die Reihenfolge der Worte legt, werden die
Sprache. Ein Vogel kann Worte aussprechen, aber er spricht nicht. Die Sprec
stehen in ganz eigenthümlichen Beziehungen zu dem Seelenorgane; es können di
gen der Zunge nach Hirnverletzungen noch vorhanden sein, so dass das Schluck
bleibt, während das Vermögen zu sprechen verloren ist: Aphasie (cf. bei Gehir

Zur Entwickelungsgeschichte. — Die Fähigkeit, Stimme zu bilden, ist ei
verschiedenen Altern verschiedene. Im Fötus und neugeborenen Kinde ist der Ke
hältnissmässig sehr klein, der Schildknorpel ist noch rund und macht keinen Vor
Halse. Es sticht diese geringe Entwickelung sehr ab gegen die verhältnissmä
welche ein Theil der Esswerkzeuge: das Zungenbein, die Zunge schon erkennen

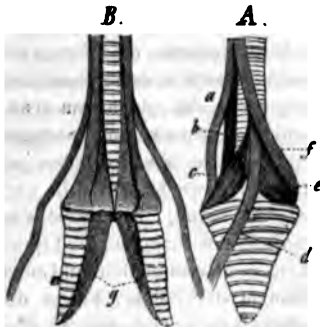
Schildnorpel noch wenig ausgebildet ist, so sind die Stimmbänder noch sehr kurz, die rpel selbst sind noch sehr biegsam. Erst mit Eintritt der Geschlechtsreife verrt sich die Gestalt und Grösse des Kehlkopfs wesentlich. Die Entwickelung der Gechtstheile veranlasst eine Ernährungszunahme in mehreren Organen, so auch in dem kopf, seine Dimensionen nehmen plötzlich zu. Es entsteht dadurch eine Veränderung in Stimmlage, da sich die Stimmbänder nicht unbedeutend verlängern: der Stimmhsel. Die Alt- oder Sopranstimme des Knaben verwandelt sich in den männlichen s oder Tenor. Auch bei Mädchen findet sich ein analoger Vorgang, doch von etwas rer Bedeutung. Bei Kastraten, welche vor der Geschlechtsentwickelung entmannt n, tritt der Stimmwechsel nicht ein, die Stimme bleibt dann hoch, ja selbst höher, als opran der Frauen. Die Aussprache der Kinder ist von der der Erwachsenen sehr verlen, der Grund dafür liegt in der Verschiedenheit der Sprachorgane. Die Zähne sind oder fehlen noch theilweise oder ganz; die Zunge ist verhältnissmässig gross, die Lippen r als nöthig wäre, die geschlossenen Kinnladen zu bedecken, die Nasenhöhlen sind noch vollkommen entwickelt. Aehnliche Veränderungen: Mangel der Zähne, Länge der n finden sich auch im Greisenalter wieder ein, die das Sprechen erschweren, so dass prache des Greises sich wieder der kindlichen nähert. Die allgemeine Muskelschwäche reises zeigt sich auch bei der Lautbildung und Sprache. Die Stimme ist schwach, d, gebrochen, ebenso der Gesang, es fehlt den Muskeln an Kraft, langdauernde Conionen auszuführen.

Beobachtungsmethoden. — Kehlkopfspiegel. — Zur Beobachtung der Thätigkeit lebenden Stimmbänder bei der Stimmbildung dient der Kehlkopfspiegel (Garzia, mak, Türck u.v.A.). Er besteht aus einem kleinen, an einem Griffe befestigten Metallspiegel, man, um das Beschlagen durch die Athemfeuchtigkeit zu verhüten, erwärmt in den Mund hrt und dort direct über dem Kehlkopfeingang unter einem Winkel von 45° festhält. Der chter macht sein Auge gleichsam zum Ausgangspunkt concentrirten Lichtes, indem er einen central durchbohrten Spiegel, der das Licht einer hellen Lampe in den weit gen Mund des Beobachteten und auf den dort befindlichen Kehlkopfspiegel wirft, das r Stimmbänder in letzterem beleuchtet. Der Beobachtete hat dabei die Zunge mögweit aus dem Munde herauszustecken. Die grundlegenden Beobachtungen über die ng der Stimmbänder wurden von J. Müller theils an Modellen, theils an Thieren vert Vivisectionen, oder an todten Kehlköpfen angestellt, bei denen man die Muskelwirn Kehlkopf durch entsprechend angebrachte Fäden (Harless) nachahmen kann, welche llen laufend durch Gewichte gespannt werden. Ein Blasebalg oder der Mund des entators diente zum Anblasen.

r vergleichenden Anatomie der Stimmwerkzeuge. — Bei den Säugethieren ist hlkopf im Allgemeinen dem menschlichen analog gebildet, bei einigen Affen mit besonlauter Stimme kommen noch besondere Resonanzorgane hinzu. Bei den anthropoi Affen: Gorilla, Chimpanse, Orang-Utang, Hylobates, buchten sich die Morgagni'schen rikel zu, oft bis zum Schlüsselbein herabreichenden, Kehlsäcken aus, die zwischen Schildpel und Zungenbein, ausserhalb des Kehlkopfs liegen. Auch beim Menschen kommen gens hier und da Ausbuchtungen der Morgagni'schen Ventrikel vor, welche auch bis erhalb des Kehlkopfs reichen können (W. Gruber, Rüdinger). Grössere häutige Kehlsäcke n sich auch bei dem Mandrill, Pavian, dem Makaken (Cuvier). Am stärksten ist ein resoder Apparat bei dem amerikanischen Brüllaffen Mycetes entwickelt: Zungenbein und ldknorpel, auch der Kehldeckel sind aufgetrieben, von den Ventrikeln gehen mehrere nsäcke aus, zu denen noch Sacci laryngopharyngei kommen. — Auch die Stimme der Ambien entsteht im Kehlkopf, Frösche und Krokodile haben Stimmbänder. Bei Pipa gehen gen die Töne der Stimme von festen schwingenden Knorpelstäben aus, die an einem Ende em grossen Kehlkopf befestigt bei dem Anblasen wie angeschlagene Stimmgabeln oder e Zungen in Schwingungen gerathen (Mayer, J. Müller). Auch einige Fische haben

Stimme, ohne dass man die betreffenden Organe genau kennt, das Anblasen geht leicht von der Schwimmblase aus, die hierzu reichliche Muskeln besitzt.

Fig. 165.



Unterer Kehlkopf. Singmuskelapparat des Raben. A von der Seite, B von vorne gesehen. a—f Muskeln zur Bewegung des unteren Kehlkopfes. g Membrana tympaniformis.

Das Stimmorgan der Vögel, der unt kopf, sitzt im Gegensatz zu dem der Sä Theilungsstelle der Luftröhre. Es wird in Fällen schon äusserlich durch die Verschm rerer Luftröhrenringe zu der »Trommel« Der letzte dieser Ringe bildet vorn und h Vorsprung, meist sind beide Vorsprünge knöchernen Querbalken (Leiste) verbunden wird das Ende der Luftröhre in zwei The Der Steg geht vorne und hinten bogenförm wärts und hält eine Schleimhautfalte, Mem paniformis interna, wie in einem Rahmen a Eine andere Schleimhautfalte, Membrana t mis externa, spannt sich meist zwischen Tracheal- und dem ersten Bronchialring aus bei Annäherung der Ringe erschlafft nach Diese beiden Schleimhautfalten fungiren bänder, die Stimmritze ist doppelt; bei vögeln kommt noch eine dritte Falte, die sich vom Stege erhebt, hinzu. Der grad der Ränder der Stimmmembranen, die Weite der Stimmritzen wird durch dere Muskulatur bestimmt, bei den Singvögeln durch einen aus 5—6 Muskelpaaren Singmuskelapparat Fig. 165.

Neunzehntes Capitel.

Mechanik und Chemie der Muskeln.

I.

Mechanik der Muskeln.

Allgemeine Wirkungsweise der Muskeln und ihr Bau.

Die Bewegungsmöglichkeit des menschlichen Organismus ist durch die en Gerüsttheile des Skeletes gegeben, dessen mechanische Einrichtungen ungsveränderungen der einzelnen Knochen gegen einander erlauben oder ieten.

Es ist, wie wir sahen, nicht unmöglich, die an dem menschlichen Körper rscheinung kommenden Lokomotionen und Bewegungen allein mit Berücksgung der Skeleteinrichtungen zu verstehen. In unserer Darstellung dieser ltnisse (Cap. XVIII.) stiessen wir jedoch vielfältig auf die Nothwendigkeit, re auf das Knochengerüst einwirkende Kräfte zur Erklärung der Bewegunn Hülfe nehmen zu müssen. Diese Kraftwirkungen erzeugen Stellungsderungen der Gelenke gegen einander, hauptsächlich Streck-, Beuge- und wegungen. Wir sahen z. B. bei dem Mechanismus des Gehens das Forte des Rumpfes in einer horizontalen Linie auf ebenem Boden durch die e Wirkung zweier in verschiedener Richtung gekrümmter und sich streckenGelenke hervorgebracht; das Pendeln des passiven Beines wurde durch aktive Beugung in den Gelenken und die damit gegebene Verkürzung des es ermöglicht.

Die Betrachtung der Mechanik der Bewegungen des menschlichen Körpers t uns nach den die passiven, starren Maschinentheile aktiv bewegenden ften und ihrer Wirkungsweise fragen.

Bei der Zergliederung des Menschenleibes stossen wir auf eine grosse Anl massiger, roth gefärbter, elastischer Bänder, welche, von mannigfacher m und Grösse, sich in sehr verschiedenen Richtungen mit den Knochen verden zeigen: es sind die Skeletmuskeln, welche beinahe die Hälfte, a 45% der gesammten Masse des Körpers ausmachen und die Mehrzahl der ochen fast vollkommen in ihre Fleischmassen einschliessen. Die Muskeln d in erster Linie die aktiv bewegenden Organe, in ihren Eigenschaften, in rer Anordnung finden wir jene Momente realisirt, welche zu den ausgiebigen

kürzten und wieder in den verlängerten (nicht verkürzten) Zustan
gehen vermag, können durch ihn abwechselnde Bewegungen der durc
verbundenen Skeletabschnitte hervorgerufen werden.

Die Anordnung der Muskeln ist stets eine solche, dass sie nur an den Enden — dem Ursprung und Ansatz — an Knochen befestigt sin der Art, dass sie dabei stets ein, seltener zwei Gelenke überspring verwandeln dadurch die Knochen in Hebel. Die Mehrzahl dieser l einarmige, d. h. der Angriffspunkt des Muskels, der Kraft befindet sic selben Seite des Drehpunktes wie der Angriffspunkt der Last. Meis Angriffspunkt des Muskels dabei dem Drehpunkt des Hebels sehr nah der Muskelhebelarm kürzer ist als der der Last, wodurch für die He hältnissmässig schwerer Lasten ein bedeutenderer Kraftaufwand nö als im umgekehrten Falle. Die Hebung der Lasten kann bei dieser E dafür mit um so grösserer Geschwindigkeit ausgeführt werden: die werden durch ihre Muskeln in sogenannte Geschwindigkeitshebel ve die rasche Beweglichkeit des Körpers wird durch diese Art des A hohem Maasse befördert.

Im Allgemeinen lässt sich die Wirkungsweise der Skeletmuskel Knochen als die einer linearen Zugkraft auffassen; wir können uns ei artigen Muskel reducirt denken auf eine Linie, welche die Ansatzp einander verbindet. Die Wirkung findet in der Art statt, dass durcl kürzung dieser Linie der Ansatzpunkt des Muskels an eine lichen Knochenhebel, dem Ursprungspunkte, der an einem absolut festen oder durch anderweitige Einwirkungen festzustellend des Skeletes sich findet, genähert wird.

Die Wirkung der linearen Zugkräfte wird vor Allem durch die schen Gelenkeinrichtungen modificirt. Jene Hemmungsmechanismen an den Gelenken kennen gelernt haben, kommen bei den entsprech

lassen nun eine den Knochen parallel laufende Zugkraft in Wirksamkeit n, so wird die Gesammtkraft nicht eine Stellungsveränderung der Knochen n einander, sondern nur eine Zusammenpressung der Gelenkenden herringen können. Lassen wir dagegen die Zugkraft nicht parallel mit den hen verlaufen, sondern unter einem Winkel auf sie wirken, so wird unter änden kein Bruchtheil derselben zum Zusammenpressen der Gelenkenden, ern die ganze Kraftsumme zur Stellungsveränderung der Knochen gegen der verbraucht werden. Sind bei den normalen Skeletbewegungen die hen einmal etwas gegen einander gebeugt, so kommt dieser zweite Fall r und mehr zur Verwirklichung; dagegen wird zu Anfang einer Bewegung er gestreckten Lage in die gebeugte und umgekehrt zu Ende einer Umllung einer Beugung in eine Streckung ein grösserer Theil der Kraft zum mmenpressen der Gelenkenden verbraucht werden.

In der Natur ist der Muskelansatz an den Knochen stets in der Art modifi- dass ein wirklich paralleles Angreifen der Zugkraft nicht eintreten kann. Muskeln setzen sich entweder an Knochenvorsprünge an oder gehen über he vor ihrem Ansatz weg, so dass diese als Rollen wirken und den Ansatz entlich verbessern, dadurch wird schon bei Beginn der Bewegung ein anlicherer Theil der Muskelwirkung für eine Stellungsveränderung der im nk verbundenen Knochen verwendbar. Muskeln, welche so angeordnet , dass bei ihrer gleichzeitigen Contraction im betreffenden Gelenk keine lungsveränderung eintritt, nennt man Antagonisten.

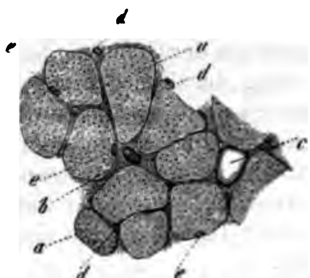
Die Fleischbündel, welche die Anatomie als Muskelindividuen benet und gesondert benennt, stellen physiologisch, functionell keine Ein- dar, denn keineswegs werden die Fasern eines anatomisch unterschie- Muskels immer gleichzeitig und gleich stark in Erregung versetzt. Die ichen in jeden Muskel eintretenden Nerven ermöglichen es, dass sich die lnen Faserbündel des Muskels unabhängig von einander contrahiren. Zur hrung einer Drehung um eine bestimmte Axe scheinen z. B. alle jene lfasern, welche ein positives Moment für die Drehung des Knochens in Sinn haben, immer zusammen zu wirken, ohne Rücksicht darauf, ob sie keln gehören, welche ihrer Gesammtzugrichtung nach Antagonisten oder sen sind.

ie Bewegung in reinen Charniergelenken ist Beugung und Streckung, ng um die Gelenkaxe. Auch bei den Kugelgelenken lassen sich die ngsveränderungen der im Gelenk verbundenen Knochen auf Beuge- und kbewegungen zurückführen, wenn wir uns durch den Drehpunkt des Gekopfes nach den verschiedensten Richtungen lineare Axen gelegt denken. diese Axen lassen sich dann Beugungen und Streckungen ausführen, die in m Zustandekommen sich nicht wesentlich von denen in Charniergelenken erscheiden. Nur durch die Anzahl der möglichen Axen wird das Resultat complicirteres. Analog ist es bei allen anderen wahren Gelenkformen, die mehr den Charnieren oder mehr den Kugelgelenken anschliessen. Die Art Muskelwirkung ist stets die gleiche.

Ihrem gröberen Bau nach bestehen, wie unsere früheren Betrachtungen rten (S. 39), die Muskeln aus der eigentlichen rothen Fleischmasse, die sich Längs- oder Querbündeln zusammengesetzt zeigt; die einzelnen Fleisch-

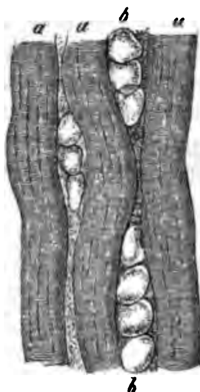
bündel werden durch manchmal Fettzellen enthaltendes Bindegewebe mengehalten (Fig. 166, 167). Das Bindegewebe ist im Muskel wie Träger der Blutgefä ren gröbere Ver in den Muskeln keine teristischen Eigent keiten zeigt. Die Fle del selbst bestehen n pisch aus jenen uns b Muskelprimitivbünd Muskelschläuchen, ihrem zähflüssigen In Querstreifung erken sen (Fig. 168), (Fig. 1 Auch diese letzten elemente, welche von der Länge de Muskels sind, manc ziemlich scharfer S digen, ehe sie das Muskels erreicht hal in zartes Bindegewebe eingekittet; in diesem verzweigen sich die letzt

Fig. 166.



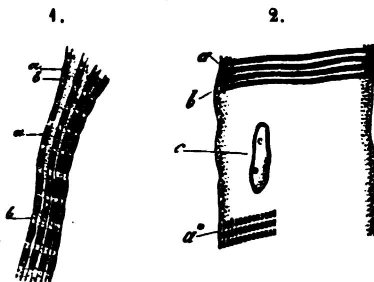
Querschnitt des menschlichen Biceps brachii. *a* Die Muskelfäden; *b* Querschnitt eines grösseren Gefässes; *c* eine Fettzelle in einem grösseren bindegewebigen Zwischenraume; *d* Haargefässdurchschnitte in der dünnen Bindegewebsschicht zwischen den einzelnen Fäden; *e* die Kerne derselben, dem Sarkolemma anliegend.

Fig. 167.



Von Fettzellen durchwachsener menschlicher Muskel. *a* Muskulöse Fäden. *b* Reihen der Fettzellen.

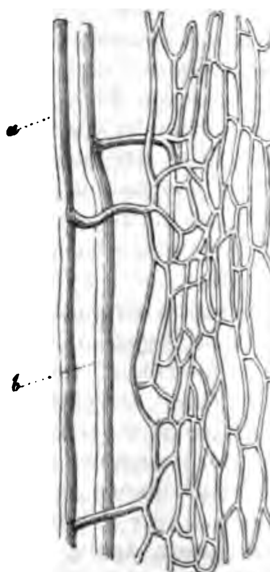
Fig. 168.



Zwei Muskelfäden, vom Proteus 1, und Schwein 2, bei 100facher Vergrösserung (ersterer Alkoholpräparat, letzterer mit Essigsäure von 0,01% behandelt). *a* Fleischtheilchen. *b* helles Längsbindemittel. Bei *a* sind die Sarcous elements von einander entfernter und das Querbindemittel sichtbar. *c* Kern.

kelkapillaren in für die Muskeln typischer, sehr regelmässiger Weise. Das Kapillarnetz bildet rechteckige Maschen, deren längere Seiten der Längsaxe des Muskelprimitivbündels parallel laufen (Fig. 169); die kürzeren, die längslaufenden Gefässchen quer mit einander verbindenden Kapillaren, stehen senkrecht auf der Länge Primitivbündel. So unterscheidet man längs- und quergerichtete Ka

Fig. 169.



Kapillargefässe der Muskeln, 2 *a* Arterie; *b* Vene; *c* Kapill

lobe ein reiches, sehr feines Netz von Gefässen darstellen, das von keinem ihren Kapillargeflechte an Regelmässigkeit übertroffen wird, und die mikroskopischen Muskelelemente ziemlich reichlich mit Blut versorgt. Die Muskelkapillaren gehören zu den feinsten des ganzen Körpers, sie sind von 0,004 bis 06 mm breit.

Mikroskopik der Muskelcontraction. — Nach KRAUSE beruht die Querstreifung des ls auf der Zusammensetzung aus »Muskelkästchen«. Diese Anschauung hat Wider- und Bestätigung erfahren, letzteres vorzüglich von MERKEL, der seine Beobachtungen Arthropodenmuskeln auf die verschiedenen physiologischen Zustände des Muskels be- Seine Resultate sind: ein einfaches Muskelelement besteht aus einer membranösen welche sich stets gleich bleibt, und einem Inhalt, der seine Lage und Gestalt ändert. lle ist röhrenförmig und jederseits durch eine Endmembran geschlossen. Dieses ge- sene kurze Röhrchen (Muskelkästchen K.) wird durch eine mit der Seitenwand ver- ene Mittelscheibe in zwei von einander völlig getrennte Fächer getheilt. Jedes dieser enthält feste contractile Substanz und Flüssigkeit. Im ruhenden wie im contrahirten de liegt immer die contractile Substanz eines Faches der contractilen Substanz eines rfaches an. In der Ruhe berühren sich die beiden contractilen Hälften eines und des- Muskelelementes, nur durch die Mittelscheibe getrennt, während im thätigen kel die contractile Substanz an beide Endscheiben rückt und da- h in Contact mit der contractilen Substanz des nächst oberen und st unteren Elementes tritt. Anstatt dass also in der Ruhe das Muskelelement kelkästchen K.) in seiner Mitte einen ganzen Querstreifen enthält, zeigt es in der Thätig- einen halben an beiden Enden. Dieser Platzwechsel geschieht durch Vermittelung Zwischenstadiums, in welchem die sonst so scharfe Trennung zwischen flüssigem und Inhalt aufgehoben ist und eine innige Mengung der beiden Substanzen stattfindet L). Zu analogen Anschauungen über den Bau des Muskels kam FLOEGEL. DOENITZ hält die Fibrille für das primitive Muskelelement und analog WAGNER und KRUMNACH. er erklärt mit KÖLLIKER als Structurelement des quergestreiften Muskels: das Mus- ulchen, columna muscularis (KÖLLIKER). Dieses besteht aus einer hellen glänzenden bstanz, in welcher in bestimmten Zwischenräumen matte, prismatische, doppelt- de Körper, die sarcous elements, Fleischtheilchen enthalten sind. Zwischen den Mus- chen ist eine Kittsubstanz. Eine grosse Anzahl von Muskelsäulchen bilden das Muskel- bündel, das von einem Sarkolemm umgeben ist.

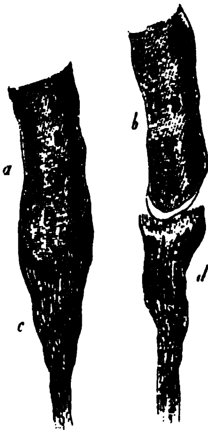
dem physiologischen Laboratorium Leipzig kommen von D. NEWMAN ganz abwei- Angaben. Die auf — 3° C. abgekühlte, gefrorene, aber noch lebende, vollkommen nde Primitivfaser zeigt keine Querstreifung, diese tritt auf, wenn sie beim Aufthauen Wechselströme gereizt wird. Die Querstreifung beruht auf Ausscheidung einer n doppeltbrechenden Substanz, welche in der Mitte jedes »Muskelkästchens« eine zusam- ngende, in die Quere sich ausdehnende Schicht bildet.

Die Muskeln selbst laufen an ihren beiden Enden in die Sehnen und scien aus, mit denen sie vom Knochen entspringen und sich an ihn an- zen. Sehnen und Fascien bestehen aus festem, elastischem Bindegewebe. kroskopisch unterscheidet man an den Sehnen im Zusammenhang mit ihrer dungsgeschichte: Sehnenbündel, primäre, sekundäre und tertiäre. Die mären Bündel werden in der Sehne durch lockeres Bindegewebe zu- mmengehalten, in welchem elastische Fasern vorkommen, und worin die tgefässe, Lymphgefässe und Nerven der Sehne verlaufen; es ist das Ernäh- gsorgan der Sehne: Peritendineum (KOLLMANN), von analoger Bedeu- g für die Sehne wie das Periost für den Knochen, das Perichondrium für

den Knorpel (cf. S. 24, 34). Die Muskelprimitivschläuche endigen am ansatz, das Bindegewebe zwischen den Muskelbündeln, das Perimysi in directer Verbindung mit der Sehne (Fig. 170). Nach C. MAY's Be gen (an den Fingersehnen des Frosches) finden sich im Innern der Sel del keine Blut- und Lymphgefässe, der Säftestrom folgt eine von Lücken zwischen den Fibrillen und Fibrillenbündeln: inter- un fasciculäre Saftbahnen. GOLGI gibt zweierlei Endigungen von in den Sehnen an.

Im mechanischen Sinne sind Sehnen und Fascien zähe, wenig Stränge, welche den breiten und dicken Querschnitt des eigentlichen, f Muskels auf einen weit kleineren zurückführen, wodurch es möglich v voluminöse Muskelmassen in ihrer Wirkung auf sehr kleine Ansatz beschränken. Zugleich übertragen sie, wenn bedeutendere Länge besitzen, wie bei den und den Fuss bewegenden Muskeln, die M auf entferntere Punkte. Durch ihr geringes sind sie besonders da verwendet, wo es wie Fingern nothwendig war, die Skeletgrundlage der nicht durch Muskelmassen zu umhüllen, un ganen eine geringe, ihre Beweglichkeit möglic beschränkende Dickenausdehnung zu geben. dass sie vor ihrem Ansatz über Knochenrollen lich wirkende Vorsprünge hingehen, modifici verbessern sie in der oben erwähnten Weise märe Zugrichtung der Muskeln. Ihre Zugrich noch überdies bestimmt durch die festen scheiden, durch welche sie hindurchlaufen, eine unveränderliche Lage anweisen. Die Bew den Scheiden wird durch deren inneren Sync zug, durch die zähe Flüssigkeit, welche di glatt und schlüpfrig erhält, der Gelenkschmie ohne starke Reibung ermöglicht. Im Gegensa Sehnen übertragen die breiten Fascien die M kung auf breite Flächen. Theilweise dienen sie auch zur Vervielfält Ansatzpunkte der Muskeln.

Fig. 170.



Zwei Muskelfäden (*a*, *b*) nach Behandlung mit Kalilauge. Der eine noch in Verbindung mit dem Sehnenbündel (*c*) der andere von demselben (*d*) abgelöst.

Die Sehnen sind so wenig dehnbar, dass sie in dieser Beziehun gensatze zu den Muskeln noch zu den starren Maschinentheilen, an we Zugkraft der Muskeln angreift, gezählt werden müssen. Sie vermitte dass die Muskelkraft, welche überall in gleicher Weise in Wirksamke zweckentsprechender Art verwendet werden kann. Sie sind in d ziehung den Uebertragungsbändern und Seilen analog, mit deren Mechanik die rohe Kraft ihrer Dampfmaschinen z. B. auf entfernte überträgt, wodurch es ihr möglich wird, dieselbe Kraft zur Bewegung schiedenartigsten Maschinen zu verwenden.

Die mechanischen Grundbedingungen, auf welch Leistungen der Muskeln beruhen, sind vor Allem zwei:

Die aktive Beweglichkeit des Muskels, sein Contractionsvermögen; die passive Beweglichkeit desselben, seine Elasticität.

Die Elasticität und Dehnbarkeit der ruhenden Muskeln.

Da die Knochen ziemlich allseitig von Muskeln umgeben sind, so würde, usgesetzt, dass die Muskeln im ruhenden Zustande nicht dehnbar wären, ie Bewegung stattfinden können. Es ist die Grundbedingung für die Ausung von Bewegungseffecten von Seiten eines aus der Zahl der ein Gelenk gernden Muskeln, dass die übrigen ruhenden Muskeln dehnbar seien, um der Veränderung der Stellung der Knochen gegen einander anzupassen.

Die Muskeln sind nicht nur in hohem Maasse dehnbar, sondern auch sehr ommen elastisch (E. Weber). Wenn man an einen lebensfrischen, ausgetenen, längsfasrigen Muskel ein Gewicht anhängt, so dehnt er sich belich aus, kehrt aber nach dem Aufhören der Wirkung der dehnenden wieder vollkommen zu seiner ursprünglichen Länge zurück.

Es leuchtet ein, dass mit der Elasticität des Muskels eine bedeutende Ar-ersparung im Organismus gegeben ist. Bei der aktiven Bewegung der eln werden ihre Antagonisten entsprechend gedehnt. Die Rückführung bewegten Knochen in ihre Ruhelage erfordert der Elasticität der Muskeln n keinen aktiven Kräfteaufwand; es genügt neben der Wirkung der ere die elastische Wirkung des gedehnten Muskels, die ihn zwingt, seine liche Länge wieder anzunehmen, sobald der dehnende Zug nachlässt.

Die Wirkung eines dehnenden Zuges auf den Muskel, z. B. das Anhängen ewichten an einen ausgeschnittenen Muskel ist der Zeit nach verschieden. der Muskel belastet wird, dehnt er sich rasch sehr bedeutend aus, aber ach und nach nimmt er die vollkommene Verlängerung an, die der angeten Zugkraft entspricht. Man kann sonach eine starke Anfangsdeh- g und eine weit geringere Schlussdehnung unterscheiden. Analog ist irkung der elastischen Kräfte, welche den Muskel nach dem Nachlassen ges wieder zu seiner natürlichen Länge zurückbringen. Der Muskel versich zuerst sehr rasch und dann sehr allmälig, so dass er erst nach Verner längeren Zeit seine Verkürzung vollendet hat. Aehnlich verhalten lle organischen Körper, z. B. Seidenfäden. Wie bei diesen nimmt die barkeit des Muskels ab, wenn er schon eine Ausdehnung erlitten hat. Das elte oder dreifache etc. Gewicht dehnt ihn nicht um die doppelte oder dreie etc. Länge. Ein gleiches Gewicht bringt eine um so geringere Dehnung vor, je mehr der Muskel bereits gedehnt ist. Ueber ein bestimmtes Maxin ist der Muskel nicht mehr dehnbar, er zerreisst dann endlich, wenn der noch bedeutender gesteigert wird. Er verhält sich hierin qualitativ die elastischen Bandapparate der Gelenke, welche, nachdem sie eine Dehg bis zu einem gewissen Grad erlitten haben, nun sich jeder weiteren Ausung starr widersetzen; quantitativ ist die Ausdehnbarkeit des Muskels e weit grössere, als die der Bänder, Sehnen und Kapselmembranen.

Bedeutsamer als die eben besprochenen Verhältnisse ist die mechanische ichtung, durch welche die eigene Elasticität des Muskels zur Arbeitserspag bei seiner Contraction verwendet wird. Die Muskeln sind im leben-

Die Eigenschaft der aktiven Contractilität ist es, welche zur Arbeitsleistung befähigt. Der Vorgang wurde oben im Allgen rakterisirt. Das Kürzer- und Dickerwerden des Gesammtmuskels auch an seinen einzelnen Primitivcylindern nachweisen. Währen sind diese an ausgeschnittenen Muskeln im Zickzack geboge schlängelt, reizt man sie unter dem Mikroskop auf electrischem We sammenziehung, so sieht man sie sich sehr plötzlich gerade strecken minderung ihrer Länge und Vergrösserung ihres Querschnittes. beobachtete, dass dabei die Querstreifung deutlicher und schärfe und die Querstreifen näher an einander rücken. Die doppeltbre Fleischtheilchen (Fig. 168), welche nach Brücke aus Disdia doppeltbrechenden Körperchen kleinster Grösse zusammengesetzt sin kürzer und breiter zu werden (cf. oben S. 697). Die Verkürzun der Muskel dabei erleidet, ist im Maximum um $^5/_6$ der Länge de (Weber).

Durch die Verkürzung wird vom Muskel Arbeit geleistet. Denk einen Muskel ausgeschnitten an einem Ende aufgehängt, am anderen Gewichte belastet, so hebt er durch seine Verkürzung das Gewicht damit im mechanischen Sinne Arbeit, die sich als Produkt des geh wichtes und der Hubhöhe ausdrücken lässt. Wenn $p =$ der Last Hubhöhe, so würde die Arbeit $= p\,h$ sein. Auch der unbelastete Mu bei dieser Versuchsanordnung Arbeit, indem er sein eigenes Gewi Hubhöhe erhebt, welche, um die Gesammtarbeit des Muskels bei des Gewichtes zu finden, zu $p\,h$ addirt werden muss. Die Anschau dass die Hubarbeit des unbelasteten Muskels das Produkt des Musk mit der halben Hubhöhe ist. Beim Heben grosser Lasten kann das

, angesetzt, dass sie schon durch eine geringe Verkürzung das Maximum Drehung, welche die Einrichtung des Gelenkes gestattet, bewirken.

Einfache Muskelzuckung. — Der Muskel vermag durch seine Contraction verhältnissig grosse Widerstände zu überwinden, Gewichte bis zu einem bestimmten Gewichtsimum zu heben. Ueberschreitet das Gewicht dieses Maximum, so kann der Muskel dass gar nicht mehr bewegen. Weniger schwere Gewichte vermag er zwar noch zu heben, auf eine mit zunehmendem Gewichte abnehmende Höhe. Bei einem für jeden Muskel uprobirenden Maximalgewichte bleibt, wenn der Muskel im selben Moment belastet und Contraction veranlasst wird, Alles in Ruhe. Diese Grösse trägt nach WEBER den Namen: olute Muskelkraft. Sie ist dem grössten Querschnitt des Muskels proportional. Um eichbare Zahlen zu gewinnen, berechnet man sie auf 1 □cm Muskel. Für 1 □cm des muskels beträgt sie etwa 2,8—3,0 Kilogramm (ROSENTHAL), nach älteren Bestimmunsehnlich weniger. HENKE und KNORZ fanden die Grösse der absoluten Muskelkraft des en im Mittel für die Armmuskulatur zu 8,187 Kilogramm, für die Unterschenkelmus nur 5,9 Kilogramm für je 1 □cm. Als Arbeitsmaximum müsste man die Summe annkräfte bezeichnen, welche im Muskel bei stärkster Reizung und höchster Erregbarbendig werden. Das Arbeitsmaximum ist aber in hohem Maasse von der Belastung des ls abhängig, es fällt nach FICK grösser aus, wenn während der Contraction die Belastung hreitend vermindert wird, wie das bei der Muskelwirkung an den Knochenhebeln thatch (S. 695) der Fall ist. Für den Froschmuskel berechnet sich nach FICK das Arbeitsmum zu 3,3 bis 5,8 Kilogrammmeter. FICK gibt an, dass die Contractionsstärke mit der ärke von 0 an bis zu einem Maximum mit konstanter Geschwindigkeit wachse und a an konstant bleibe. Steigert man die Belastung über das Maass der absoluten Muskelhinaus: Ueberlastung, so entsteht anstatt einer Verkürzung des Muskels eine Verrung, Dehnung desselben, die ihren Grund in der eigenthümlichen Eigenschaft des ahirten Muskels besitzt, dehnbarer zu sein, als der ruhende (WEBER S. 700), weil die Arbeitsleistung die Lebenseigenschaften des Muskels herabgesetzt, ja endlich gänzlich chtet werden können. Die normale Elasticität gehört zu den Lebenseigenschaften des ls, welche mit allen anderen durch die Thätigkeit in Folge gewisser, weiter unten zu eibender Molekularveränderungen (Anhäufung ermüdender Stoffe) beeinträchtigt wird. e Arbeitsleistung des Muskels setzt sich aus der Arbeitsleistung seiner Primitivmuskelche zusammen; mit der grösseren Anzahl dieser letzteren, welche gleichsam Einzelroduciren, die sich zur Gesammtleistung des Muskels summiren, wächst cet. par. die e Arbeitsleistung des Muskels. Ein Muskel kann um so grössere Lasten auf eine bee Höhe heben, je grösser sein Querschnitt ist; eine bestimmte Last hebt er auf eine um eutendere Höhe, je länger er ist. Das letztere ist direct aus der Anschauung klar. Bei längeren Muskel wird das Maximum seiner Verkürzung einen absolut grösseren Werth en, als bei einem kürzeren. Der dickere Muskel ist aus einer grösseren Anzahl von elprimitivcylindern zusammengesetzt, die als Einzelkräfte wirken. Die Muskelleistung t statt während des Ueberganges des Muskels aus seinem verlängerten (ruhenden) and in den verkürzten.

HELMHOLTZ hat den Vorgang der Verkürzung mit den schärfsten Hülfsmitteln einer rsuchung unterworfen. Die Muskeluntersuchungen, die wir bisher genannt haben, sind quergestreiften Skeletmuskeln angestellt worden. Ueber die Contraction glatten Muskelfasern hatte WEBER schon früher Untersuchungen angestellt, che zu dem Resultate geführt hatten, dass sich die beiden Muskelarten in dieser Beziehung, es schien, sehr verschieden verhalten. Lässt man einen die Muskeln zur Contraction eraden Einfluss, z. B. einen electrischen Reiz, auf quergestreifte Fasern einwirken, so int für das Auge des Beobachters der Erregungszustand des Muskels gleichzeitig mit dem ritt der Reizung einzutreten und wieder zu verschwinden, so wie der Reiz aufhört. ers sind die Verhältnisse bei glatten Muskelfasern, z. B. an denen des Darmes. Bei die-

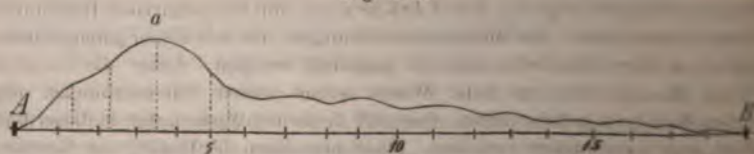
sen wird die Contraction erst eine merkliche Zeit nach dem Beginne der Reizung wahrnehm-
bar, steigert sich allmälig, dauert nach dem Aufhören des Reizes fort und geht
erst wieder in Erschlaffung über. HELMHOLTZ löste die Aufgabe, die scheinbar blitzschnell
einen momentan einwirkenden Reiz entstehende und vergehende Muskelcontraction der quer-
gestreiften Fasern, in die analogen Phasen, wie die Contraction der glatten Fasern zu
legen. Es war von vornherein nicht unwahrscheinlich, dass sich auch in dieser
nur quantitative Verschiedenheiten bei den beiden Muskelarten finden würden, da die
logie keine scharfe Grenze zwischen den beiden Fasergattungen findet, und die glatte,
nische Faser durch eine Reihe von Zwischenstufen in die quergestreifte, animale
leitet wird.

Das Princip der Untersuchungsmethode, welche HELMHOLTZ anwendete,
fach. Befestigt man einen Froschmuskel, der noch im Vollbesitz seiner Lebenseigen-
ist, an seinem oberen Ende unbeweglich, stösst durch sein unteres Ende einen Stift
auf die Längenachse des Muskels und bringt vor die Spitze des Stiftes eine senkrecht
berusste Glastafel, so dass die Spitze die Tafel dauernd berührt, so wird bei einer
des Muskels der gehobene Stift eine senkrechte Linie in die Russschicht einritzen,
Höhe ein Maass für die eingetretene Verkürzung des Muskels abgibt. Bewegt man
russte Glastafel, während der Stift anliegt und der Muskel in Ruhe ist mit einer
Geschwindigkeit vorbei, so wird der Muskel vermittelst seines Stiftes eine gerade
der Tafel ziehen. Contrahirt sich der Muskel während des Vorbeiziehens der Tafel,
er nicht eine gerade Linie, sondern eine Curve zeichnen, deren Vertikalhöhe (die
der Curve), bezogen auf die gerade Linie, die der ruhende Muskel gezeichnet
scisse), den Verkürzungsgrössen des Muskels in den verschiedenen Momenten der
tionsdauer, deren horizontale Ausdehnung der Zeit, welche bei dem Vorüberziehen
verlief, proportional ist. Kennt man die Geschwindigkeit, mit welcher die Fläche
wird, so dass man angeben kann: die Hälfte, ein Drittel oder irgend ein beliebiger
derselben bedarf zu seiner Vorbeibewegung am Stifte eine bestimmte Zeit, z. B.
so ist daraus der absolute Werth eines beliebigen Stückes der horizontalen Abscisse
rechnen.

Bei E. DU BOIS-REYMOND's Myographion wird wirklich eine berusste
HELMHOLTZ's Myographion dagegen ein berusster Glascylinder, der durch ein
gleichbleibende Bewegung versetzt wird, an dem Schreibstift vorübergeführt, der
sondern erst durch eine Hebelübertragung mit dem Muskel in Verbindung steht,
sorgt, dass der Schreibstift stets an dem Cylinder schleift und nicht durch die
von ihm abgehoben werden kann. Eine weitere sinnvolle Einrichtung gestattet,
am Cylinder genau zu bestimmen, an welchem der Schreibstift angekommen war,
Reiz auf den Muskel wirkte, in Folge dessen die Muskelcontraction eintrat.
Reiz ist von verschwindend kurzer Dauer, der momentane Oeffnungsschlag der
Rolle eines Magnetelectromotors, weit unter 0,0017 Secunde während.

Die Curven, welche mit diesem Apparat gezeichnet werden, haben im Allgemeinen
auch unten bei Leitung der Erregung im Nerven) folgende Gestalt:

Fig. 171.



Die Linie A B (die Abscisse der Curve) entspricht der Zeit zwischen der im
stattfindenden Contraction bis zum Wiedereintritt der völligen Ruhe bei B. Die

itte der Abscisse betragen etwa 0,03—0,04 Secunden. Die Curve gibt die Höhe an, bis welcher in jedem Zeitabschnitte der Muskel sich verkürzte, das Maximum der Verkürzung auf den Punkt *a*, bis zu welchem die Curve rasch ansteigt, und von dem sie wieder weit mer abfällt, um endlich nach einer Reihe von kleineren Auf- und Abwärtsschwankungen Abscisse zurückzusinken. Die letzteren Curvenabschnitte, ihre Hebungen und Senkungen ten keine neu eingetretenen schwächeren Contractionen, sondern sind Wirkungen der icität des Muskels, der durch das Gewicht des Hebelapparates, das an ihm lastet, ge- wird.

bgesehen davon lehrt die Beobachtung, dass unserer Voraussetzung entsprechend die ction des quergestreiften Muskels in dem kurzen Zeitraum des Bruchtheiles einer Se- in etwa 0,8 Secunde ganz dieselben Phasen zeigt, die wir an den glatten Muskelfasern chten können. Auch hier vergeht nach der Einwirkung des momentanen Reizes eine Zeit, in welcher der Muskel noch in seinem ruhenden Zustande verharrt, die Reizung noch in ihren Wirkungen latent — Zeit der latenten Reizung. Diese latente g dauert etwa 0,01 Secunde. Erst jetzt beginnt der Muskel seine Contraction, welche g das Maximum erreicht, um von da wieder nachzulassen und endlich ganz zu ver- den. Der Herzmuskel, die Muskeln der Schildkröte geben sehr gedehnte Zuckungs- en, ihre Zuckung läuft sehr langsam ab. Kälte und Ermüdung verzögern den f der Muskelzuckung (Valentin u. v. A.). Helmholtz bestätigte sein Resultat noch mit einer anderen Methode, wobei er die Zeiten nach der sogenannten Pouillet'schen Me- bestimmte.

Volkmann gab an, dass der Zuckungsvorgang im horizontal liegenden Muskel ganz in lben Weise vor sich gehe, wie im aufgehängten. Nach Kühne behält dagegen der Muskel, er auf Quecksilber liegt, sonach gar nicht, auch nicht durch sein eigenes Gewicht be- ist, ungefähr die Form der höchsten Verkürzung bei.

tanische Muskelzuckung. — Die mitgetheilten Thatsachen lehren uns, dass der g der einfachen Contraction der animalen Muskeln ungemein rasch verläuft; es kann rch ihn ein Gewicht gehoben werden, aber die Leistung, welche so rasch eintritt, ch ebenso rasch wieder vorüber. Diese fast blitzschnellen Contractionen können es r nicht sein, mit Hülfe deren der menschliche Körper Lasten hebt und sich selbst in nem Schritt vorwärts bewegt. Zu all diesen Leistungen bedarf es weit länger an- de Contractionen als die sind, deren Verlauf das Myographion uns aufgezeichnet hat. n ist im Stande, auch solche langdauernde, tetanische Contractionen an aus- ttenen Muskeln hervorzurufen, wie die, mit deren Hülfe der thierische Organismus . Lässt man nicht nur einen rasch vorübergehenden Reiz auf den Muskel einwirken, n lässt man eine Anzahl von Reizen (electrische Schläge z. B.) sich so rasch folgen, ie vom ersten hervorgerufene Zuckung beim Eintritt des zweiten noch nicht das Maxi- erreicht hat, so setzen sich die Einzelerfolge der Reize zusammen, und es entsteht eine re und länger andauernde Zuckung: **Tetanus.** Die Wirkung des zweiten Reizes erfolgt so (Helmholtz), als ob die Länge, welche der Muskel unter der Einwirkung des ersten es bereits erlangt hatte, seine natürliche wäre, so dass er sich noch um einen entsprechen- Bruchtheil dieser Länge verkürzt. Selbstverständlich nimmt dieser Verkürzungszuwachs jede folgende einem folgenden Reiz entsprechende Verkürzung ab, schliesslich nimmt der kel eine konstante, dem Tetanus entsprechende Form an, welche durch grössere Dicken- l geringere Längenausdehnung sich von der Form des einfach contrahirten Muskels erscheidet.

Während des Tetanus ist der Muskel im Stande, eine gewisse Zeit hindurch ein Gewicht einer bestimmten Höhe zu halten oder einen länger andauernden Zug auf einen Hebel- n auszuüben, so dass dieser in einer bestimmten Stellung, so lange die tetanische Contrac- n besteht, verharren kann. Die tetanische Contraction charakterisirt sich als eine Reihe n Zuckungen. du Bois-Reymond hat durch den unten zu besprechenden »secundären anus« den Beweis für diese Annahme geliefert. Derselbe bemerkte zuerst, dass ein vom

Rückenmarke aus tetanisirtes Thier (Frosch) ein tiefes Geräusch hören lässt, d (Schwingungszahl) hier unabhängig von dem Ton der Feder des electrischen Tet rates ist. Dieser Ton beruht auf dem »Muskelton oder Muskelgeräusch tetanisirte Muskeln hören lassen (WOLLASTON). HELMHOLTZ zeigte, dass die Schwi des Muskeltons (bei Tetanus durch Inductionsströme) gleich ist der Zahl der in d erfolgenden Reizungen. Der willkürlich tetanisirte Muskel zeigt einen ko Muskelton, den man am einfachsten Nachts bei verstopften Ohren bei der Cont eigenen Kaumuskeln hört, der Ton macht 19,5 Schwingungen in der Secunde. ! die Zahl der von den motorischen Centralorganen willkürlich zum Zweck des T gehenden Reizungen 19,5 in der Secunde (HELMHOLTZ). Nach HAUGHTON soll der er ton gleichfalls ein gewöhnlicher Muskelton sein. Man kann die Schwingungen d die dem Muskelton entsprechen, dadurch sichtbar machen, dass man sie auf eine gende Feder überträgt. KRONECKER und STIRLING haben die Unterschiede constat RANVIER bei dem Tetanus rother und blasser Kaninchenmuskeln gefunden hat. Muskel bedarf 10, der blasse 20—30 Reize in der Secunde, um in vollkommenen fallen. Bei 22,000 Inductionswechselströmen in der Sekunde verfällt der Triceps Frosches noch in Tetanus, die obere Grenze der Reizfrequenz, jenseits welcher k mehr entsteht, liegt sonach noch höher.

Reizt man eine beschränkte Stelle eines Muskels (electrisch), so pflanzt sich Stelle aus die Erregung auf die ganze Länge des Muskels fort (KÜHNE) mit einer Ge keit von etwa 0,8—1,2 m in der Secunde nach AEBY und v. BEZOLD, nach BERNSTEIN diese Fortpflanzung der Erregung im Muskel sinkt, wie die Contraction digkeit, mit sinkender Temperatur. Die Contraction der gereizten Faser unter dem Mikroskop als Welle über den flüssigen Inhalt des Muskelschlauch (KÜHNE).

Bei ausgeschnittenen Muskeln oder bei extremeren Graden der Ermüdung (durch Ueberanstrengung oder durch Krankheit auch am lebenden Individuum bleibt dagegen nach einem lokal angebrachten Reiz die Contraction auf die dir Stelle beschränkt. Man kann durch Klopfen mit dem Finger, durch Schlag mit eine stiel eine wulstige Hervorragung der Muskeln durch örtliche Verkürzung und erzeugen: SCHIFF's idiomuskuläre Contraction. Auch bei lebensfrisch sieht man beim Lebenden auf starke lokale Reizung neben der Allgemeincontr eine Hervorwulstung der direct mechanisch gereizten Stelle eintreten. Hier habe nächst mit einem lokal sehr bedeutend gesteigerten Blutzufluss zu der gereizt thun, wie man bei mechanischer Reizung einer beschränkten Stelle der He des Frosches, z. B. durch Berühren mit einer Pincette, direct anschaulich m (J. RANKE).

Nach E. WEBER's Theorie können wir uns die mechanischen Veränderun der Muskel bei dem Uebergang aus dem ruhenden in den thätigen Zustand b Zuckung erleidet, so vorstellen, dass dem gereizten Muskel durch den auf ihn Reiz, welcher eine innere chemische und mechanische Verände Muskels plötzlich herbeiführt, durch Veränderung seiner elastischen eigene natürliche Form zukommt, die sich von der natürlichen Form de Muskels durch geringere Länge und grössere Dicke auszeichnet, gleichzeitig ist (Muskel weniger elastisch (S. 701). Bei dem Uebergang in den thätigen Zust der unbelastete Muskel z. Thl. mit Verwendung elastischer Kräfte aus de ruhenden in die neue Form des thätigen Muskels, nicht anders als ob er über Form hinaus bisher gedehnt gewesen wäre. Ist der ruhende Muskel durch ein G dehnt, so zeigt er sich nach dem Uebergang in die thätige Form nach seinen neu tätsverhältnissen entsprechend gedehnt, er verkürzt sich daher weniger als de gereizte. Da sich der Tetanus aus summirten Einzelzuckungen zusammenset m. m. das für die Einzelzuckung Gesagte auch für ihn gelten.

II.

ie Chemie des Muskels als Bedingung seiner Lebenseigenschaften.

Der Muskel als Kraft-producirendes Organ.

Der Muskel ist das Kraft-producirende Organ für die mechanischen Leistun- des Organismus, seine Bestandtheile sind das »Heizmaterial« der animalen itsmaschine.

Im Gegensatz zu diesem Satze steht die Meinung, dass die Muskeln wie der pel, Hebel und Räder einer Dampfmaschine nur Uebertragungsmechanis- einer an einem anderen Orte erzeugten Kraft seien. Einer älteren Zeit lag einung nahe, dass die Kraftquelle für die Muskelaktionen in den Cen- organen des Nervensystemes gelegen sei. Die Nerven sollten die erzeugte Kraft dem Muskel zuleiten, der sie mit Hülfe des Skelets zu mässigen Bewegungen und Arbeiten verwendet. Die Meinung war wider- als man fand, dass der Muskel auch noch zuckungsfähig bleibt, wenn er Rückenmark und Gehirn getrennt ist. Besser wissenschaftlich begründet n die andere Behauptung, dass die Kraftquelle für die Muskelaktion im zu suchen sei, dass der Muskel die durch den Stoffwechsel des Blutes er- te Kraft zu seinen Aktionen verwende. Im Blute hätten wir also gleichsam eizapparat der Dampfmaschine; die Muskelaktion, die in einer abwechseln- erkürzung und Verlängerung beruht, würde sich mit den ebenfalls ein- Bewegungen des Auf- und Niedergehens des Stempels vergleichen las- während das Knochengerüst den eigentlichen Arbeitsmechanismen der ne entspräche. Die Nerven hätten dann die Aufgabe, durch ihren An- Ventile, welche die im Blute erzeugte Kraft (Wärme?) von dem ruhenden l (dem Uebertragungsmechanismus) abhalten, zu öffnen, so dass diese nun zur mechanischen Muskelarbeit verwendet werden kann.

e Annahme, dass der Muskel nur der Uebertragungsmechanismus der im rzeugten Kraft sei, ist mit dem Nachweis entkräftet, dass die auf Stoff- ung beruhende Krafterzeugung im Blute eine verschwindend kleine e ist (Pflüger), und dass ausgeschnittene und vollkommen freie Muskeln noch zuckungsfähig sind. Doch lehren meine chtungen, dass, wenn der Muskel auch blutfrei noch Arbeit zu leisten ag, er dann, wenn ihm Blut zur Verfügung steht, auch Spannkräfte aus m zur Arbeitsleistung verwendet. Es zeigt sich, dass ein blutreicher kel weit mehr Arbeit leisten kann, als ein blutfreier. Dazu ergibt sich, das Blut während der Muskelaktion wesentliche Veränderungen erleidet. Blut (vom Frosche) verliert durch übermässige Muskelaktion (Tetanus des mmtthieres) seine stark alkalische Reaktion und wird neutral oder schwach r. Die procentische Menge der in ihm enthaltenen festen Stoffe nimmt da- nicht unbeträchtlich zu, während der Wassergehalt entsprechend abnimmt. dem Gesichtspunkte, dass der Muskel vom Blute in normalen Verhältnissen hrungsmaterial und Sauerstoff bezieht, ist die Beobachtung, dass die An- nheit von Blut die Arbeitsfähigkeit des Muskels steigert, verständlich ohne

die Annahme, dass das Blut die freien Spannkräfte selbst zuführt, welche Muskel zur Arbeit verwendet. Das Blut gibt Stoffe mit Spannkräften an Muskel ab, die dieser verwendet.

Der chemische Bau des Muskels.

Muskeleiweissstoffe.

Die quergestreifte Muskelfaser umschliesst mit einem elastischen Schlauche, dem lemma. den activ contractilen Inhalt.

Man glaubte früher, dass das Sarkolemma aus elastischer Substanz bestehe. D löst sich aber, wenn auch langsam, in Alkalien und Säuren, sowie im Magensafte, so offenbar der leimgebenden Substanz näher steht. Eine chemische Scheidung der opti verschieden verhaltenden Substanzen des contractilen Muskelfaserinhaltes ist noch lungen. Brücke fand, dass die doppelt-lichtbrechenden »Fleischprismen« unter Ei von sehr verdünnten Säuren ihre optischen Eigenschaften verlieren, sie quellen Dasselbe erfolgt durch Alkalien und Kochen. Alkohol verändert sie nicht. — Der I Muskelfaser, die contractile Substanz, ist eine Art von Flüssigkeit. Nach Kühne bei der Muskelflüssigkeit wie beim Blute zwischen Plasma und Serum zu scheiden, welches letztere nach einer freiwilligen Gerinnung eines Eiweissstoffes a Plasma zurückbleibt.

Das Muskelplasma wird am besten aus frischen gefrornen Froschmuskeln, an man das Blut entfernt hat, gewonnen. Sie werden bei — 7° C. im kalten Mörser zer und dann in einer Presse gepresst. Es fliesst eine Flüssigkeit ab, die durch eiskalte filtrirt werden kann. Das Filtrat ist das Muskelplasma, schwach gelblich gefärbt, e lescirend. Es reagirt deutlich alkalisch (zeigt aber auch schwache Wirkung auf L papier: amphichromatisch). Beim Stehen in der Zimmerwärme gerinnt das Mus es scheidet sich Myosin ab. Während der Gerinnung ändert sich Anfangs die Reaktion nicht. Das Myosin ist eine gallertige, durchsichtige Masse, Kälte verhi Myosingerinnung, Wasserverdünnung, verdünnte Säuren regen sie sogleich an. In K lösung von 10° ist das Myosin löslich, man kann es damit aus jedem Fleische au Verdünnte Säuren lösen das Myosin und verwandeln es in Syntonin. Die saure L koagulirt nicht beim Kochen. Syntonin lässt sich aus allen Eiweisskörpern und Orga stellen.

Das Muskelserum ist die Flüssigkeit, welche nach dem Ausscheiden des M zurückbleibt. Bei 0° aufbewahrt, behält es seine ursprünglich alkalische oder n Reaktion bei, ebenso, wenn es rasch auf 45° C. erwärmt wird. Bei gewöhnlicher Zimm peratur wird das Muskelserum bald sauer. Auf 45° C. erwärmt, scheidet sich ein Eiweisskörper aus, der nicht Myosin ist. Ausser diesen beiden Eiweissstoffen der Muskelsaft noch einige weitere. Der eine davon ist Kalialbuminat (Casein) sich auf minimalen Zusatz von Essigsäure oder Milchsäure ausscheidet. Die Ausschei erfolgt aus dem Muskelserum beim Stehen in gewöhnlicher Temperatur von selbst, i sich Fleischmilchsäure bildet, welche das Kalialbuminat fällt. Der zuerst entstehend theil von Milchsäure verbindet sich mit einem Theile der Basen des Muskelsaftes zu n sauren Salzen. Dadurch werden alle im Muskel enthaltenen Salze in saure Salze überge vor Allem wird aus dem im Muskelsafte sehr reichlich vorhandenen phosphorsauren indem sich ein Atom Kali mit Milchsäure vereinigt, milchsaures Kali und saures phos saures Kali gebildet. Die Milchsäure betheiligt sich anfänglich nicht direct an der s Reaktion des Muskelsaftes. Die saure Reaktion im Muskel rührt im Anfang ihres Auftr vor Allem von dem sauren phosphorsauren Kali her. Das Kalialbuminat ist in saurem phorsaurem Kali löslich, bei 35° C. fällt es heraus. Erst wenn so viel Milchsäure entst

ı Ueberschuss davon frei im Muskelsafte sich vorfindet, fällt bei niederen Tempera-
:alialbuminat nieder. Es kann daher schon saure Reaktion im Muskelsafte sein,
weissfällung entsteht. Neben den genannten Albuminaten enthält der Muskelsaft
nicht unbeträchtliche Menge von Serumeiweiss, welche durch Erhitzen auf
koagulirt werden kann.
hat den Nachweis geführt, dass die genannten Eiweisskörper im Muskelsafte gelöst
ind, der Muskelsaft scheint, wie oben gesagt, eine wahre Flüssigkeit, in welcher als
rchen die Fleischprismen in regelmässiger Anordnung schweben. Welche Kräfte
prismen in ihrer Lage erhalten, ist noch nicht erforscht. Kühne sah einen wurm-
'arasiten (Myoryktes Weismanni) in einer lebenden Muskelfaser sich durch die
men, diese verdrängend, hin bewegen, was nur in einer wahren Flüssigkeit mög-
)ie verdrängten Fleischprismen kehrten hinter dem Parasiten wieder in ihre regel-
ellung zurück. Die Lösung des Muskelplasmas ist nicht sehr concentrirt; der
ıuskel der Säugethiere enthält etwa 25% feste Stoffe, die in 75% Wasser ge-

r den genannten Eiweisskörpern findet sich im Plasma der gefärbten Muskeln
. 39, 396) ein rother Farbstoff, der sich nach den neuesten Beobachtungen
mit dem Haemoglobin chemisch und physikalisch identisch erweist.
wsky und J. Munk haben aus blutfreien Muskeln ein zuckerbildendes Fer-
onnen (cf. unten bei Glycogen S. 708). Blutfreie Muskeln enthalten nach Brücke
iweiss verdauendes Ferment: Pepsin. Mit diesem Gehalt an Pepsin steht vielleicht
Vorkommen eines peptonartigen Eiweisskörpers im Zusammenhang,
hne als einen konstanten Muskelbestandtheil angibt. Es ist nach diesen Funden
ıhrscheinlich, dass die festen Muskel-Eiweissstoffe, um sich an dem allgemeinen
sche mit betheiligen zu können, sich zuerst in Pepton verwandeln.

Fleischextrakt.

ntersuchungen Liebig's u. A. haben im Fleischsafte eine Reihe von sogenannten
offen kennen gelehrt, die wir vor Allem als Zersetzungsprodukte aus den Eiweiss-
ıtstanden ansehen müssen. Man pflegt sie in stickstoffhaltige und stickstofffreie
ztheilen.
den **stickstoffhaltigen Bestandtheilen** sind Kreatin und Kreatinin zunächst zu
n dem alkalisch reagirenden Muskelsafte soll das Kreatinin nicht enthalten sein,
ıdet es sich in stark sauren Muskeln. Es findet sich, wie ich bestätigen kann, im
rzfleisch. Der Gehalt des Fleisches an Kreatin beträgt zwischen 0,2—0,4% (Neu-
wrocki), im Herzfleisch fand ich den Gehalt von Kreatin im Gegensatz zu den
ngaben entschieden geringer, als in der Stammmuskulatur desselben Thieres. Da-
sich, wie gesagt, dort ein Gehalt an Kreatinin, der aber den Ausfall nicht voll-
eckt.
Strecker ist das von Scherer zuerst in der Milz und im Herzfleisch gefundene
thin (= Sarkin) ein konstanter Muskelbestandtheil. Mit diesem Körper nahe
st das auch im Fleischsafte gefundene Xanthin. Die Gesammtmenge von Hypo-
d Xanthin im Fleische beträgt im Hundefleische etwa 0,25, im Ochsenfleische 0,45

:ht und Jacobsen fanden im Fleische junger Pferde und im Fischfleische Taurin,
üher nur als Bestandtheil der Muskeln von Mollusken kannte.
säure scheint hier und da im Muskel vorzukommen.
:off wurde neuerdings im Muskel von Picard sicher nachgewiesen (S. 576). Liebig
ische eine stickstoffhaltige Säure: Inosinsäure.
Hlasiwetz' Leitung hat J. Weidel einen neuen stickstoffhaltigen, konstanten Be-

standtheil des Fleischextraktes: Carnin nachgewiesen (S. 175), von der Formel: C_7
es steht in Beziehung zum Theobromin: $C_7H_8N_4O_2$, ist also Oxytheobromin.
mel des Caffeïns ist ebenfalls sehr ähnlich: $C_8H_{10}N_4O_3$.

Unter den stickstofffreien Bestandtheilen des Fleischsaftes steht an Wichtigkeit d
ziehung auf die Säuerung des Muskelsaftes schon besprochene Fleischmilchsä
Paramilchsäure oben an. Die Fleischmilchsäure entsteht wahrscheinlich bes
geringer Menge im lebenden Muskel und vereinigt sich mit dessen Basen zu milchsa
zen, die von da aus in das Blut übergehen, in welchem die milchsauren Salze als k
Bestandtheil auftreten. Bei der Säuerung des Muskels im Tode und bei Bewe
zweifelsohne eine gesteigerte Bildung von Milchsäure ein. Nach den Beobachtungen
Reymond's wird die Milchsäurebildung im Muskel durch die Agentien aufgehobe
welche wir auch die Gährungserscheinungen unterdrückt sehen, durch plötzliches
auf 100° C. und plötzliche Alkoholeinwirkung. Man darf daraus vielleicht folgern,
Säure durch eine Art von Gährung aus irgend einem im Muskel sich findenden Ko
entsteht, ähnlich wie bei der freiwilligen Säuerung der Milch. Für die Gesammtm
freien Säure existirt nach meinen Beobachtungen in jedem Muskel ein Maximun
jeder Art des Absterbens erreicht wird. Dieses Säuremaximum ist bei versc
Thieren verschieden, grösser in den leistungsfähigeren Muskeln. Auf die Sättigu
cität der Schwefelsäure für Natron bezogen, fand ich das Säuremaximum im

Katzenmuskel	0,272%
Kaninchenmuskel . . .	0,225 -
Schweinemuskel . . .	0,192 -
Froschmuskel	0,141 -

Hat das Thier (Frosch) vor seinem Tode sehr starke Muskelanstrengung gemacht,
sich das Säuremaximum im Muskel geringer, weil ein Theil der Säure liefernden Sto
zersetzt und die aus ihnen gebildete Milchsäure in das Blut übergegangen ist.

Scherer gewann aus dem Fleischextrakte Essigsäure, Ameisensäure und
säure.

Blutfreie Muskeln der Thiere enthalten nach Meissner's von mir bestätigter Ang
wahren gährungsfähigen Zucker, Fleischzucker, der sich vom Traubenzucker
unterscheiden scheint. Er entsteht zweifellos im Muskel selbst. Meissner fand ih
Fleische von Thieren, denen er längere Zeit vollkommen zuckerfreie Kost gereicht ha
er dem Muskel nicht durch das Blut aus dem hauptsächlich zuckerbildenden Organ
pers, aus der Leber zugeführt wird, konnte ich an künstlich entleberten Fröschen
deren Muskeln ich durch Muskelbewegung, Tetanus, den Zuckergehalt noc
wie bei normalen Thieren, steigern konnte. Diese Zuckerbildung im Teta
auch bei ausgeschnittenen, dem Blutkreislaufe ganz entzogenen Muskeln ein.

Scherer entdeckte im Fleische eine nicht gährungsfähige Zuckerart (zuerst
fleische), den Inosit.

Bernard und Kühne fanden in den Muskeln von Embryonen Glycogen, das
men dem Leberglycogen entspricht. M'Donnel fand es in Muskeln neugeborene
Nach Brücke, O. Nasse und Weiss kommt es stets im Fleische vor. Wahrscheinlic
das von Limpricht und Scherer aus dem Fleische junger Thiere, namentlich Pferde, ge
Dextrin und der Fleischzucker aus Glycogen. Der Glycogengehalt der Mu
trägt nach O. Nasse 0,35—0,9% und wird in analoger Weise nur weniger rasch von
nährungsverhältnissen beeinflusst wie das Leberglycogen. Muskelthätigkeit set
Menge herab (Weiss), während dafür die Zuckermenge im Muskel steigt (J. Ranke,
Auch Unterbindung der Muskelgefässe (bei Kaninchen) setzt die Glycogenmenge her
rend sich die letztere vermehrt zeigt in Muskeln, deren Nerven durchschnitten wu
Chandelon). J. Munk fand, dass sich das »diastatische Ferment des Musk
oben) vom Ptyalin dadurch unterscheide, dass die geringste Menge Säure oder Al
Wirkung beeinträchtigt. O. Nasse findet, dass der Uebergang des Glycogens in Z

kel primär durch CO_2 gesteigert wird. Es erklärt diese Thatsache vielleicht wenigstens weise die Zunahme des Zuckers im tetanisirten Muskel, welcher mehr CO_2 t, als der geruhte (cf. unten).

Die Milchsäure des Fleischsaftes kann wohl aus jedem der vier oben genannten Kohlete des Fleisches durch Gährung entstehen, doch zeigte Limpricht, dass bei der Gährung s Fleischdextrins gewöhnliche Milchsäure entstand.

Der feste Rückstand der Fleischbrühe besteht nach Keller's Angaben aus 81,2% anischer Salze (S. 172).

sser den bisher genannten Stoffen enthält jeder Muskel noch eine geringe Menge un en Fettes, dessen Natur noch nicht vollkommen aufgehellt ist. Der Fettgehalt der n zeigt quantitativ bedeutende Schwankungen. Im normalen Herzen beträgt der Fett der trockenen Muskelsubstanz zwischen 7—13%, bei der sogenannten fettigen Degen des Herzmuskels ist eine Vermehrung oft nicht nachzuweisen; der Fettgehalt kann bei steigen von 10—11,4—16,7% (Böttcher).

sser diesen Stoffen enthält der Muskel noch Gase und zwar dieselben, wie wir sie in eweben und Gewebsflüssigkeiten antreffen. Am leichtesten lässt sich der Kohlen gehalt des Muskelsaftes anschaulich machen, der je nach dem physiologischen Zu des Muskels (Ruhe oder Bewegung) Verschiedenheiten in seinen Mengenverhältnissen Der Muskelsaft enthält auch Stickstoff und Sauerstoff, letzteren in sehr geringer . Das Haemoglobin des Muskels, der Muskelfarbstoff, bindet Sauerstoff und gibt , ebenso wie das Haemoglobin des Blutes (Kühne).

Die glatten Muskeln zeigen im Allgemeinen ein analoges Verhalten wie die quergestreiften. s-Reymond fand ihre Reaktion stets neutral oder alkalisch. Siegmund will den kontra Uterus sauer gefunden haben.

Chemische Vorgänge im ruhenden Muskel.

Muskelrespiration.

ie chemische Muskelzusammensetzung ist wie die aller Zellen und Zellen beständigen Schwankungen unterworfen. Schon während des ruhenstandes finden fortwährend auf innere Oxydationen deutende Stoffvergen statt. Man fasst die in dieser Richtung bekannt gewordenen hen, die sich auf den Gaswechsel des Muskels beziehen, unter dem der Muskelrespiration zusammen. Eine Anzahl der hierher geden Verhältnisse hat schon bei der »inneren Athmung« (S. 531) und in der ologie der Zelle« (S. 93 f. und 120 f.) Erwähnung gefunden.

Die Muskelrespiration besteht im Allgemeinen aus einer Sauerstoffaufnahme Kohlensäureabgabe des ruhenden Muskels. Diese Sauerstoffaufnahme und nsäureabgabe des lebenden Muskels zeigt sich darin, dass das hellrothe Arblut aus den ruhenden Muskeln dunkel gefärbt, venös zurückkommt, wie den übrigen Organen. Die Veränderung besteht in einer Verminderung Sauerstoff- und Vermehrung des Kohlensäuregehaltes des Blutes, sie tritt ein, wenn man einen frisch ausgeschnittenen Säugethiermuskel künstlich Blut durchströmt (Ludwig u. A.). Schon Al. v. Humboldt hatte gezeigt, ausgeschnittene Froschmuskeln im Sauerstoff länger ihre Lebenseigenften behalten, als in anderen sonst nicht giftigen Gasen, zum Beweise, dass fortgehender Wechselverkehr des Muskels mit der Oxydationsquelle zur ltung seines Lebens unumgänglich nöthig ist. E. du Bois-Reymond und

G. von Liebig jun. haben gefunden, dass die Muskeln dabei Kohlensäure den. Auch in anderen Gasen als im Sauerstoff geben die Muskeln lang Kohlensäure ab, auch nachdem das sauerstoffhaltige Blut aus fässen ausgespritzt ist. Ich habe mit Daxenberger die physiologisch dieser Muskelrespiration wieder festgestellt, als sie durch L. Herm Sommertemperatur, cf. unten, angestellte) Versuche zweifelhaft zu werd

Ausser der Respiration findet sich im ruhenden Muskel: eine Milchsäureproduktion. Der Muskelsaft reagirt bei gesunden Muskeln schwach alkalisch oder neutral (E. du Bois-Reymond). Läss ausgeschnittenen Muskeln einige Zeit liegen, so geht die neutrale Re Muskeln in eine saure über, die schliesslich so stark werden kann, d Lakmuspapier vom Muskelsafte lebhaft geröthet wird. Offenbar findet Säurebildung auch im unversehrten Organismus, doch wird sie d durch die Wirkung der alkalischen Säfte: Blut und Lymphe, welche kel umspülen und die gebildete Säure neutralisiren. Im ausges Muskel sind diese alkalischen Säfte nur in begrenzter Menge vorhand sie neutralisirt, so tritt die Reaktion in Erscheinung.

So finden wir denn schon im ruhenden Muskel Kraftquellen: stoffabsorption und Kohlensäureproduction, beruhend auf organisch tionen, 2) Spaltungen (die Entstehung der Milchsäure), 3) Neutralis gänge, wodurch lebendige Kräfte frei werden müssen.

Wir finden im ruhenden Muskel Kräftewirkungen, die auf jene auf ihre Ursache zurückzuführen sind. Es sind dies die gesetzmässig g electrischen Ströme, die uns E. du Bois-Reymond kennen gelehrt electrischen Muskelströme. Ob auch Wärme bei der Oxydat henden Muskel gebildet wird, ist noch nicht sicher erwiesen, so wahr es auch ist, da nach den mechanischen Gesetzen die frei werdenc nicht alle in eine andere Kräfteform übergeführt werden können.

Bei ausgeschnittenen Muskeln mischen sich mit dem noch fortgehenden phy Stoffumsatz auch jene oben S. 177 erwähnten freiwilligen chemischen rungen des Fleisches, die schliesslich zur Fäulniss führen. Bei den phy Beobachtungen müssen diese letzteren Einflüsse durch niedere Temperatur besc beseitigt werden (J. Ranke). Bei höheren Temperaturen wirkt die unter der Sa wirkung stattfindende beginnende Fäulniss so bedeutend, dass sehr dünne Fros die wie der Musc. sartorius des Frosches eine sehr grosse Oberfläche besitzen, i sogar kürzer ihre Lebenseigenschaften behalten als in indifferenten Gasen, z. B. (L. Hermann, J. Ranke), dasselbe fand ich für ausgeschnittene Froschnerve dickeren Muskeln bleibt dagegen die Beobachtung Humboldt's bestehen. Unser ergaben weiter: der Vorgang der physiologischen Sauerstoffaufnahme steigt nic fällt bei dem Muskel mit der Zunahme der Temperatur, bis er bei eine tur, bei welcher der Muskel abstirbt, fast oder vollkommen der experimentelle mung verschwindet. Die Fäulnissaufnahme des Sauerstoffs steigt dagegen mit de Temperatur. Die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe des ausgeschnitte ist also eine ziemlich verwickelte Function der Temperatur.

Chemische Vorgänge im thätigen Muskel.

Die Krafterzeugung während der Thätigkeit des Muskels beruht, wie alle …erzeugung im Organismus überhaupt, im letzten Grunde auf einer Stei…ung der uns bekannten chemischen Kraft-liefernden Vorgänge (zunächst im …l selbst, S. 113, 115). In zweiter Linie wirken auch gewisse physikalische …veränderungen mit, welche sich aber ebenfalls auf chemische Ursachen …führen lassen. Auch von Seiten des Blutes, das dem Muskel zuströmt, …, wie wir sahen, eine Betheiligung statt.

…ATTEUCCI und VALENTIN fanden zuerst, was in der Folge vielfach constatirt …, dass der (isolirte) thätige Muskel mehr Kohlensäure aushaucht, als …hende, man fand Hand in Hand mit dieser gesteigerten Kohlensäureab… eine vermehrte Sauerstoffaufnahme aus der Atmosphäre. Als in …er Zeit diese letztere Angabe bestritten wurde, bewies LUDWIG mit SCZEL… und A. SCHMIDT, dass der (isolirte) thätige Säugethiermuskel, den sie …lich mit Blut durchströmen liessen, dem Blute mehr Sauerstoff entziehe, …r ruhende, SCZELKOW constatirte mit DANILEWSKY das gleiche Verhältniss … für den ausgeschnittenen Froschmuskel, so dass nun die grössere Sauer…ufnahme des Muskels bei seiner Aktion gleichzeitig mit seiner durch Un…chung des Muskelblutes nachgewiesenen gesteigerten Kohlensäureabgabe …ht. Alle lebenden Gewebe entziehen dem Oxyhämoglobin des Blutes …stoff. Tetanisirte Froschmuskeln thun das aber in viel höherem Grade …ruhte (PREYER und SCHMIDT), wie überhaupt ihr Reductionsvermögen nach …'s mehrfach bestätigten Angaben ein höheres ist. E. DU BOIS-REYMOND … dass der Muskel bei der Thätigkeit seine neutrale oder schwach alkalische …on in eine saure umwandelt, was auf dem Auftreten von Fleisch…hsäure im Muskelsafte beruht.

Der Muskel verbraucht zum Zwecke seiner Thätigkeit von seinen eige…estandtheilen.

…s werden durch die Thätigkeit des Muskels folgende Muskelstoffe ver…ert: die Gesammteiweissstoffe (J. RANKE, NAWROCKI, DANILEWSKY), das …mtwasserextrakt (HELMHOLTZ, J. RANKE, NIEGETIET und HEPNER), die Milch… bildenden Stoffe (J. RANKE), die Kohlensäure bildenden Stoffe (J. RANKE) … ausgeschnittene Muskel bildet nach der Muskelaktion weniger Milchsäure … Kohlensäure als nach längerer Ruhe), das Glycogen (WEISS), die flüchtigen …säuren (SCZELKOW), Kreatin und Kreatinin (VOIT).

Dieser Stoffverbrauch spricht sich, wie aus dem Gesagten hervorgeht, …l. zunächst darin aus, dass gewisse Stoffe, die als Stoffwechselprodukte … Muskelsubstanz erscheinen, im thätigen Muskel sich vermehrt finden. …ntspricht nachgewiesenermassen dem Verbrauch der Milchsäure bildenden …e im Muskel eine Mehrbildung von Milchsäure bei der Muskelaktion. Das …iche habe ich auch von den Kohlensäure bildenden Stoffen im Verhältniss zur …lensäureaushauchung des Muskels gefunden. So deutet also auch die nach…iesene Vermehrung des Alkoholextraktes des Muskels durch die Thätig… (HELMHOLTZ, J. RANKE, NIEGETIET und HEPNER), die Vermehrung des Aether…aktes (J. RANKE), des MEISSNER'schen Muskelzuckers (J. RANKE) auf eine

Verminderung der betreffenden Muttersubstanzen, bei letzterem Stoff Verminderung des Glycogens. Danilewsky fand im Alkoholextrakt des Muskels mehr Stickstoff als in dem der ruhenden, was er auf einen verbrauch unter Bildung stickstoffhaltiger Zersetzungsprodukte bezi der Phosphorgehalt des Extraktes schien ihm vermehrt, der Schwefelg mindert.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass sich nach den l Resultaten der Untersuchung an dem gesteigerten Stoffumsatz des Muskels alle Stoffgruppen betheiligen, welche überh Muskel vorkommen (J. Ranke):

1) Albuminate (vielleicht z. Thl. als Fett bildende Stoffe),

2) krystallisirbare, stickstoffhaltige Zersetzungsprodukte der All Kreatin und Kreatinin,

3) Milchsäure bildende und Zucker bildende Stoffe, von diesen n senermassen das Glycogen,

4) flüchtige Fettsäuren oder flüchtige Fettsäuren bildende Stoffe, zum Theil Fette.

An der Kraftproduktion des thätigen Muskels betheiligt sich a das Blut, so lange die Blutcirculation im Muskel erhalten ist. Der l Muskel ist im Stande, eine grössere Gesammtarbeit zu leisten als de (J. Ranke). Ueberdies strömt zu dem thätigen Muskel im lebenden O wie zu allen thätigen Organen eine grössere Blutmenge (cf. Blutve so dass dem Muskel in Folge des Thätigkeitswechsels gane (J. Ranke) während seiner Thätigkeit gesteigertes zum Stoffwechsel zu Gebote steht.

Die Betheiligung physikalischer, lebendige Kraft prod der Momente an der Muskelaktion ist eine mehr indirecte. Die c Umsetzungen, welche die Kraft der Muskeln liefern, werden zum T erst in dem Augenblicke gemacht, in welchem die Muskelcontractio es findet eine Ansammlung von Kraftvorrath statt. An der allgemei produktion des arbeitenden Muskels betheiligen sich Spannkräfte, we physikalische Veränderungen der Organstructur der faser frei und verwendbar werden. Das normale physikalische Ver ruhenden Muskels wie seine Elasticität und Dehnbarkeit, sei bitionsfähigkeit, sind als Folgen seines normalen Stoffumsatzes i den Zustande aufzufassen.

In der Kohäsion der Moleküle des ruhenden Muskels ist eine Kr aufgespeichert, welche durch (plötzliche) Veränderung in Folg Einwirkung (Säuerung in Folge der Nervenaktion) ausgelöst werde Verwendung kommen kann. Die stärkere Dehnbarkeit des co Muskels, die ebenfalls nachgewiesene höhere Imbibitionsf (J. Ranke), beweist uns, dass bei der Muskelaktion wirklich Verän in der Kohäsion eingetreten sind. Die Imbibition selbst liefert Kräf zur Muskelaktion mit Verwendung finden können.

Unter die physikalischen Aenderungen des Muskels, welche zur Kraftprodukti wendung finden können, rechnet C. Voit auch die negative Schwankung der

ectricität. Er fasst diese dabei im Gegensatze zu E. du Bois-Reymond's Theorie als eine ahme der Kraft der »electromotorischen Moleküle« auf.

Früher glaubte man aus den allgemeinen Stoffwechselversuchen Schlüsse auf die Verändungen des Muskelstoffwechsels bei der Muskelaktion machen zu dürfen. Die Feststellung Thätigkeitswechsels der Organe (J. Ranke) machte diese Versuche illusorisch zeigte, dass die bei Muskelaktion etwa zur Beobachtung kommenden Veränderungen des wechsels nur in secundären Veränderungen der Hauptstoffwechselbedingungen ihren d haben. An Arbeit nicht gewöhnte oder arbeitgewöhnte animale Organismen bei übergen Leistungen zeigen mit der Muskelaktion eine Steigerung der Athmung und Herzkeit, welche mit einer Steigerung des Gesammtstoffwechsels einhergeht, die aber selbstndlich mit der geleisteten Arbeit in keinem directen Verhältnisse stehen muss. Ist die leichung der Blutvertheilung bei dem »Thätigkeitswechsel der Organe« eine möglichst vollnene, wie es bei der gewöhnten täglichen Beschäftigung der Fall ist, so wird der Gesammtwechsel durch die Arbeit nicht wesentlich gesteigert; tritt dann ein Ruhetag ein, so kann rbeit der Verdauungsdrüsen fast vollkommen für die der Muskeln eintreten, so dass hen Arbeits- und Ruhetag kaum ein merkbarer Unterschied in dem Stoffwechsel auftreuss. Daher sind die Versuchsergebnisse wechselnd. C. Voit hat ein annäherndes chbleiben des Gesammtstickstoffumsatzes bei Ruhe und Thätigkeit der Muskeln für Hund und einen Arbeiter für einen grösseren Zeitraum gefunden. F. Schenk fand bei an sich selbst angestellten Versuchsreihen in der ersten eine nicht unbeträchtliche Steig der Harnstoffausscheidung in Folge der Arbeit und zwar im Mittel von 46,2 auf 52,5, r zweiten Reihe dagegen keine bemerkbare Veränderung des Stickstoffumsatzes. F. W. beobachtete an einem Wettläufer während der Marschtage eine bedeutende Mehrausdung von Harnstoff im Verhältniss zu den Ruhetagen, jedoch ohne genaue Controle der ngsverhältnisse: Stickstoffausgabe in der Ruhe 19,79, bei Arbeit 34,21. Die Mehrzerg stickstoffhaltiger Stoffe bei Arbeit kann aber auch hier bei weitem nicht die ge- mehr geleistete mechanische Arbeit erklären. Die gesammte dadurch mehr frei gee Spannkraft entspricht nach Pavy noch nicht der Hälfte der geleisteten Arbeit. Austin lgte einem anderen Ideengang. Er bestimmte das Verhältniss des täglich eingenommenen ffs zu dem in den Excreten (Harn und Koth) ausgeschiedenen. In fünf Ruhetagen fand er Verhältniss bei dem Schnellläufer Weston vor dem Lauf im Mittel 100:86,58; in fünf gen nach dem Lauf 100 : 77,03, im Mittel der fünf Arbeitstage aber 100 : 143,98. Es trat nach eine Vermehrung des Stickstoff-Ausscheidungsverhältnisses um etwa das Doppelte unt schreibt nach diesem Ergebniss der Zersetzung der Körpereiweissstoffe für die Kraftng im Muskel eine hohe Bedeutung zu, dagegen fand H. Brietzke an arbeitenden Gen keine Harnstoffvermehrung. Ich u. A. haben gezeigt, dass man eine geringfügige gerung in der Stickstoffausscheidung im Harne in Folge von Arbeitsleistung beobachnn, wenn man nur kleine Zeiträume (Stunden) mit einander vergleicht, die Steigerung meist erst nach der Arbeitsleistung hervor. Die beobachtete Steigerung im allgemeinen tz bei Muskelthätigkeit leitet C. Voit von indirecten Ursachen her: Steigerung der Retion und Herzthätigkeit. Es kommt hierzu noch ein weiteres Moment. Während der starkrampfhaften Muskelthätigkeit ist wie die Thätigkeit der Leber (Galleproduktion), so die Thätigkeit der Niere vermindert (J. Ranke). Nach der Muskelthätigkeit tritt dagegen ler Niere eine sehr bedeutende Steigerung der Harnproduktion ein (J. Ranke). (Cf. S. 231 und bei Athmung S. 537.)

Der Nerv erscheint als ein vierter Hauptfaktor des Stoffwechsels, gelt den Blutzufluss, den Zufluss von zersetzbarem Material und Sauerstoff zu den arnden Organen, Muskeln, Nerven, Drüsen.

Man hat sich gestritten, ob Eiweissstoffe oder Kohlehydrate und Fette zum Zweck der elaktion zersetzt werden. Nach den jetzigen Versuchsresultaten ist der Streit ein ger, es verbraucht der Muskel von allen seinen Stoffgruppen zum eke seiner Aktion.

Die oben erwähnte gesteigerte Imbibitionsfähigkeit des thätigen Muskels macht den normalen Gesammtorganismus thätigen Muskel wasserreicher als den geruht Muskeln, denen im normalen Verlauf des Lebens mehr mechanische Leistungen zugemut werden: Herz, Beinmuskeln etc., sind wasserreicher als die weniger zur Arbeit verwendet Rückenmuskeln (J. Ranke, Danilewsky).

Analog wie gesteigerte Thätigkeit des Muskels wirkt in chemischer Beziehung die st kere Muskelspannung (Heidenhain). Dagegen fand Sczelkow mit Danilewsky, dass ausgeschnittener Froschmuskel passiv stark bewegt mehr Sauerstoff aufnehme als ein activ s contrahirender. Umgekehrt fanden sie die Kohlensäureausscheidung bei dem aktiv s bewegenden Muskel weit grösser als bei dem passiv bewegten.

Ermüdung.

Die sichere Bestätigung, dass es sich um Stoffwechsel, d. h. S zersetzungen und organische Oxydationen bei der Krafterzeugung im M und zwar um Zersetzungen und Oxydationen im Muskel selbst handle, erg die Untersuchungen und Entdeckungen über Ermüdung (S. 120).

Die Ermüdung erfolgt nachgewiesenermassen vor Allem aus zwei Gründen:

1) durch Anhäufung von Muskelzersetzungsprodukten, d. h. von er denden Stoffen im Muskel selbst (J. Ranke), und

2) durch Verbrauch des im Muskel abgelagerten, zur Oxyd verwendbar vorhandenen Sauerstoffs (Pettenkofer und Voit).

Der Muskel ist, wie aus dem bisher Gesagten hervorgeht, nach der Ar leistung ein wesentlich anderer als vor derselben, während der Ruhe. In kalischen und chemischen Eigenschaften sehen wir ihn verändert, es i dass diese Umgestaltung nicht ohne Einfluss sein kann auf seine Leben schaften. Diese Veränderung aus den angeführten Ursachen trägt den N Ermüdung. Alle physiologischen Veränderungen, die man an dem M nach dem Tetanus wahrnimmt, werden unter diesem Ausdrucke zusam gefasst.

Am deutlichsten spricht sich bei der Ermüdung die Herabsetzung der malen Erregbarkeit des Muskels aus. Dieselbe Reizstärke löst nach einem ausgegangenen ermüdenden Tetanus weniger Kräfte im Muskel aus, als demselben: die Hubhöhe des ermüdeten Muskels ist eine geringere für gleiche Gewicht, die Muskelcurve am Myographion ist flacher, weniger steil steigend, es kann der Zustand der Ermüdung sich so weit steigern, dass k Gewicht mehr gehoben werden kann. Die Ermüdung ist im gesunden, leb denden Organismus ein vorübergehender Vorgang, lässt man den ermüde Muskel einige Zeit lang ruhen, so stellen sich dadurch seine für den geruh Zustand normale Erregbarkeit, seine normalen Eigenschaften wieder her.

Auch bei dem ausgeschnittenen Muskel zeigt sich diese ebengenannte E scheinung der Erholung nach Ermüdung.

Wir haben uns diese Wechselwirkung von Ruhe und Thätigkeit in d Weise vorzustellen, dass im thätigen Muskel Erregbarkeit-vernichtende, i ruhenden Erregbarkeit-erhaltende oder wiederherstellende Kräfte alter rend thätig sind. Wenn wir eine Muskelthätigkeit lange ohne Ermüdung e träglich finden, so heisst das: den vernichtenden Momenten halten die die E

gbarkeit erhaltenden Momente gerade das Gleichgewicht, oder die letzteren erwiegen in ihrer Wirkung.

Unter den ermüdenden, die Erregbarkeit des Muskels herabsetzenden resp. rnichtenden Momenten sind vor Allem die im Tetanus im Muskel sich anufenden Säuren, Kohlensäure, Milchsäure und saures phosphorures Kali, andere im Muskel entstehende Säuren und saure Salze zu nnen.

Imprägnirt man künstlich einen gut erregbaren Muskel mit diesen Stoffen Einzelnen oder direct mit allen Muskelzersetzungsprodukten (Fleischühe), so verfällt er momentan in den Zustand extremer Ermüdung, seine egbarkeit wird augenblicklich auf ein Minimum herabgesetzt oder ganz vertet. Dasselbe findet bei einer normalen Anhäufung dieser Stoffe im Muskel, sie im Tetanus erfolgt, in gleicher Weise statt (J. Ranke).

Die Oxydationsprocesse im Muskel erfahren bei Gegenwart der ermüden- Stoffe eine wesentliche Aenderung. Bei der Milchsäure scheint es, dass nach ihrer grossen Verwandtschaft zum O den übrigen Muskelstoffen den hrer Zersetzung nothwendigen Sauerstoff entzieht. Mit der Vernichtung der stungsfähigkeit des Muskels wird durch die in den Muskel künstlich eingerten ermüdenden Stoffe auch die electromotorische Kraft auf ein Minimum rabgesetzt. Natürlich ermüdete Muskeln zeigen wie jene, die man künstlich den genannten Stoffen beladen hat, eine bedeutende Verminderung ihrer h aussen wahrnehmbaren electromotorischen Kraft.

Die Veränderungen, welche die ermüdenden Stoffe im Muskel hervorbrin- können wenigstens anfänglich keine wesentlichen sein. Dafür spricht, durch die wiederherstellenden Bedingungen ihre Wirkungen wieder aufen werden können, und vor Allem, dass ein Neutralisiren und Ausch en der ermüdenden Stoffe aus dem natürlich oder künstlich ermüdeten el mit Blut oder mit 0,7% Kochsalzlösung, die man mit kohlensaurem Naoder Kreatinin schwach alkalisch gemacht hat, von den Blutgefässen aus gt, um ihm seine verlorene Erregbarkeit wieder zu ertheilen (J. Ranke, oeber bestätigt). Gerade so wirken das alkalische Blut, die alkalische he im normalen Organismus.

Wenn die ermüdenden Stoffe ihre Wirksamkeit theilweise dem Umstande nken, dass sie den Sauerstoff für sich in Anspruch nehmen, so muss die gbarkeit trotz der Anwesenheit der genannten Stoffe durch eine vermehrte rstoffzufuhr zum Muskel erhalten bleiben können. Der Beweis ist schon Humboldt, Krimer und G. v. Liebig geführt worden; sie sahen die Erregeit des Muskels wachsen mit dem Sauerstoffgehalt der den Muskel umgeden Luft: die Erregbarkeit ist am grössten, wenn sich der ausgeschnittene skel in reinem Sauerstoffgas befindet. Im lebenden Organismus erhöhen mehrtes Athmen, vermehrte Blutzufuhr, wie sie nach gesteigerter Muskelvegung und schon durch Reizung des Muskels eintreten, die Sauerstoffzufuhr n Muskel.

Da alle Oxydationsprocesse zu ihrem Zustandekommen einer bestimmten nperatur bedürfen, so ist die Erregbarkeit des Muskels an das Vorhanden- n einer solchen geknüpft; für eine mittlere Temperatur ist die Erregbarkeit grössten, sowohl mit dem Steigen als mit dem Fallen der Temperatur nimmt

sie ab. Wir haben darum auch die von Helmholtz erwiesene geringe Er höhung der Temperatur durch die Muskelaktion unter den erh tenden Momenten anzuführen.

Die bisher angeführten Momente wirken sowohl im ausgeschnittenen als dem noch in seinen normalen Verhältnissen im Organismus befindlichen Mus Ein Hauptmoment der Wiederherstellung ist hingegen nur in letzterem F gegeben: die Wegschaffung der schädlichen Stoffe durch Circulation, sowohl des Blutes als der Lymphe. Neutralisation ist nicht u dingt erforderlich. Eine ganz indifferente Flüssigkeit — 0,7%—1% — genügt, um alle Erscheinungen der natürlichen Ermüdung zum Versch den zu bringen, wenn sie in langsamem Strome analog der Circulation Blutes durch die Adern des Thieres getrieben wird. Das Blut nimmt, wä es an den Muskelschläuchen vorüberstreicht, durch Osmose die ermüde Stoffe auf und entfernt sie durch die Ausscheidungsorgane aus dem Org mus. (J. Ranke, von Kronecker bestätigt.)

Es ist kein Zweifel, dass auch der Mangel an solchen Stoffen, welche Tetanus oxydirt werden können, Ermüdung herbeiführen könnte. Einen tiven Mangel in dieser Hinsicht bringt schon die angeführte Wasserzunahme ermüdenden Muskels mit sich. Ich konnte erweisen, dass die Leistungsfä keit des Muskels mit seinem Gehalt an festen Stoffen steigt und fällt, so d ein Muskel um so leistungsfähiger ist, je reicher er an festen, normalen Mus stoffen im Zustande der Ruhe gewesen ist. Nach langem Hunger, der die kelstoffe verzehrt, nach schlechter Kost, in verschiedenen Lebensperioden Kindheit und Alter —, die mit einer relativ geringen Menge fester St Muskel Hand in Hand gehen, nach langer Unthätigkeit, die an Stelle normalen Muskelstoffe Fette treten lässt, also auch im Zustand der Thiere, findet sich darum eine geringere Leistungsfähigkeit Muskeln.

Die Versuche v. Pettenkofer's und C. Voit's ergeben, dass die Arbeit fähigkeit des Individuums (ebenso des Muskels) von der Me Sauerstoff abhängig sei, die es vor der Arbeitsleistung sich aufgespeichert hat.

Bei Reizungsversuchen sieht man bei Kalt- und Warmblütern, beson so lange der Blutstrom durch den Muskel nicht gestört ist, zuerst ein A steigen der Leistungsfähigkeit der Muskeln in Folge der Z sammenziehung, erst auf diese primäre Steigerung folgt die Periode absinkenden Leistungsfähigkeit (J. Ranke, J. M. Rossbach, Harteneck u. A Nur zum Theil bezieht sich diese Erscheinung auf den reichlicheren Blutzufl zu den arbeitenden Muskeln, es wird durch die chemischen Vorgänge im Mus zunächst eine »Hemmung« weggeräumt, d. h. die im ruhenden Muskel in gr serer Menge aufgehäuften »ermüdenden Stoffe« theils zerstört und unschädli gemacht, theils ausgewaschen (cf. das Turnen). — Die Muskeln namentli warmblütiger Thiere werden durch Perfundirung »unschädlicher« Kochsal lösung rasch in ihrer Leistungsfähigkeit herabgedrückt; auch Muskeln und Her kaltblütiger Thiere büssen nach mehrmaliger Durchspülung ihrer Blutgefäs ihre Leistungsfähigkeit ein. Perfundirt man sie nun mit Serum von Kaninchen oder Lammblut oder mit verdünntem Kaninchenblut (Kronecker und M'Gui

kehrt ihre Leistungsfähigkeit zurück; Kronecker glaubt darin eine Speisung ..s Froschherzens sehen zu müssen.

Man war bisher vielfach der Meinung, dass der Organismus und der einzelne Muskel den ..rstoff, welchen er zu seiner Arbeitsleistung (den dazu nöthigen organischen Oxydationen) ..f, während der Arbeitsleistung direct durch die Athmung beziehe, so dass die ..nd der Beobachtungszeit ausgeschiedene Kohlensäuremenge zugleich auch ein Maass ..e für den in gleicher Zeit aufgenommenen Sauerstoff. Jetzt ist nachgewiesen, dass dem ..so ist. Der Organismus bezieht seinen zur Arbeit zu verwendenden Sauerstoff nicht ..nd der Arbeit von aussen, er benutzt zu seinen organischen Oxydationen Sauerstoff, ..chon in seinen Organen in lockeren chemischen Verbindungen gleichsam abgelagert Je mehr der Organismus Sauerstoff in sich aufgespeichert hat, desto grösser ist seine ..sfähigkeit; alles, was die Ansammlung von Sauerstoff in erhöhtem Maasse ermöglicht, ..rt, alles, was sie hindert, schwächt die Arbeitsfähigkeit des Organismus. Alles, was ..ber die oxydable Stoffmenge im Organismus gesagt haben, im Verhältniss zur Arbeits..ng desselben, gilt ebenso auch von dem oxydirenden Stoffe, ohne den auch der oxydable ..ath keinen Nutzen hat (cf. Athmung).

Als Beispiel des Stoffwechsels bei Ruhe und Arbeit führen wir zwei Gesammtstoffwechsel..mmungen von Pettenkofer und Voit an einem gesunden Arbeiter an (cf. Athmung ..s).

I. Ruhetag.

Tageszeit	Ausgeschiedene Kohlensäure	Ausgeschiedene Wasser	Ausgeschiedene Harnstoff	Aufgenommener Sauerstoff	Verhältnisszahl
..ag (6—6 hor.)	532,9 Gramm	344,4 Gramm	21,7 Gramm	234,6 Gramm	175
..acht -	378,6 -	483,6 -	15,5 -	474,3 ? -	—
..mmen:	911,5 Gramm	828,0 Gramm	37,2 Gramm	708,9 Gramm	94 ?

II. Arbeitstag.

Tageszeit	Ausgeschiedene Kohlensäure	Ausgeschiedene Wasser	Ausgeschiedene Harnstoff	Aufgenommener Sauerstoff	Verhältnisszahl
Tag (6—6 hor.)	884,6 Gramm	1094,8 Gramm	20,1 Gramm	294,8 Gramm	218
..acht -	399,6 -	947,3 -	16,9 -	659,7 ? -	—
..mmen:	1284,2 Gramm	2042,1 Gramm	37,0 Gramm	954,5 Gramm	98 ?

..ch Voit's nachträglichen Angaben beruht aber die aus den Tabellen ersichtliche ge..e Steigerung der Sauerstoffaufnahme in der Nacht auf einem Versuchsfehler. — Da ..kheit und Ermüdung manche Berührungspunkte haben, so stehen hier noch zwei ..mtstoffwechselbestimmungen an Kranken von denselben Autoren.

Diabetiker.

Tageszeit	Ausgeschiedene Kohlensäure	Ausgeschiedene Wasser	Ausgeschiedene Harnstoff	Ausgeschiedene Zucker	Aufgenommener Sauerstoff	Verhältnisszahl
Tag (6—6 hor.)	359,3 Grm.	308,6 Grm.	29,6 Grm.	246,4 Grm.	278,0 Grm.	94
Nacht -	300,0 -	302,7 -	20,2 -	148,1 -	294,2 -	74
..sammen:	659,3 Grm.	611,3 Grm.	49,8 Grm.	394,5 Grm.	572,2 Grm.	84

Leukämiker.

Tageszeit	Ausgeschiedene Kohlensäure	Ausgeschiedene Wasser	Ausgeschiedene Harnstoff	Aufgenommener Sauerstoff	Verhältnisszahl
Tag (6—6 hor.)	480,9 Gramm	322,1 Gramm	15,2 Gramm	346,2 Gramm	101
Nacht -	499,0 -	759,2 -	21,7 -	329,2 -	110
..sammen:	979,9 Gramm	1081,3 Gramm	36,9 Gramm	675,4 Gramm	105

Bei dem Leukämiker fällt auf, dass hier bei Nacht mehr Harnstoff abgegeben wird als a Tage, was sonst immer umgekehrt der Fall ist. Schlaflosigkeit bei Nacht ohne Arbei leistung steigert nach F. SCHENK's und NENCKI's übereinstimmenden Versuchen die Harnst ausscheidung nicht.

Zuckungsgrösse bei Ermüdung. — Mit der Ermüdung nimmt die Zuckungshöhe d Muskels ab, schliesslich hört die Zuckungsfähigkeit auf. KRONECKER fand, dass, wenn Muskel bei einer bestimmten Ueberlastung in gleichen Zeitintervallen mit gleichen (ma malen) Oeffnungs- und Schliessungsinductionsschlägen gereizt wird, so bilden die Zuckun höhen eine arithmetische Reihe, deren konstante Differenz allein vom Zeitintervall abhä für belastete, aber nicht überlastete Muskeln gilt das Gesetz nur bis zu derjenigen Zucku höhe, deren Grösse der Dehnung durch das angehängte Gewicht gleichkommt. Die A nahme der Zuckungshöhen ist von der Belastung unabhängig und hä nur von dem Intervall zwischen zwei Zuckungen ab (bei maxima Reizen).

Todtenstarre des Muskels.

Der Zustand der definitiven Vernichtung der Musk erregbarkeit, das Absterben des Muskels, zeigt einige Aehnlichkeit dem Vorgang der Ermüdung (S. 131). Schneidet man einen Muskel aus Organismus aus, so beobachtet man trotz des Vorhandenseins erhaltender mente ein fortschreitendes Schwinden der Erregbarkeit. Es rührt dies da dass nach und nach die oben (S. 714) definirten erhaltenden Momente vollk men verbraucht werden und die die Erregbarkeit vernichtenden die Oberh gewinnen. Endlich schwindet die Erregbarkeit ganz, bei Warmblütern ras bei kaltblütigen Thieren langsamer: der Muskel stirbt ab. Dasselbe tritt wenn der Muskel innerhalb des Organismus aufhört, der Blutcirculation terliegen, bei allen Muskeln nach dem Tode des Gesammtorganismus oder nach Verschluss einzelner arterieller Gefässe.

Sehr rasch hört, wenn dies eingetreten ist, der normale Stoffwechsel Muskel auf, dadurch, dass sich die entstandenen Zersetzungsstoffe in ihm häufen. Es folgen bald wesentliche chemische Veränderungen im Muskels zunächst gerinnen die gerinnbaren Muskelsubstanzen, un tritt saure Reaktion ein (HARLESS, KÜHNE). In Folge davon nimmt der I des Muskelrohres ein trübes Aussehen und eine teigige Beschaffenheit an. gleich verändert der ausgeschnittene Muskel seine Gestalt, er wird kürzer dicker und vermindert etwas sein Volumen (SCHMULEWITSCH). Sind die sterbenden Muskeln in ihren natürlichen Verbindungen in der Leiche und Glieder nicht willkürlich verlagert, so nehmen durch diese Muskelverkü ung die Glieder unbewegliche Stellungen ein, die oft daran erinnern, ob sämmtliche Muskeln sich aktiv zusammengezogen hätten. Dieser Zust der Muskeln, in welchem der ganze Körper unbeweglich starr wird, trägt Namen der Todtenstarre. Nach KÜHNE geht bei Muskelfasern der Todt starre meist ein sehr energischer Tetanus voraus, der unmittelbar in die Todt starre überführen kann.

Mit dem Aufhören der normalen Oxydationen verschwindet neben den deren Leistungen des Muskels auch sein electrischer Strom. Die sa Reaktion des Muskelsaftes erreicht ein Maximum, nimmt wieder ab, wird n tral und geht durch Ammoniakbildung (Fäulniss) in die alkalische über. Na

m die Starre einige Zeit gedauert hat, hebt die eintretende Fäulniss die kürzte Gestalt des Muskels wieder auf, in der alkalischen Flüssigkeit lösen h die geronnenen Eiweissstoffe, die Glieder der Leiche werden wieder beglich, die »Starre löst sich«.

Ist durch Tetanus im Leben schon ein grosser Theil der erhaltenden Momente verbraucht, ritt die Starre schneller ein, z. B. nach Strychninvergiftung, bei gehetztem Wild, bei Tod r Aufregung und Anstrengung der Schlacht. Bei Warmblütern tritt ihrer höheren Temtur wegen die Starre meist rasch nach dem Tode ein, bei Kaltblütern unter günstigen änden erst nach Tagen.

Brücke verglich die Muskelstarre mit einem Gerinnungsvorgang; Kühne hat die gerine Substanz zuerst dargestellt und Brücke's Vermuthung experimentell begründet. Presst einen Muskel, nachdem man durch Ausspritzen mit Kochsalzlösung von 0,7 pCt. das entfernt hat, so erhält man eine Flüssigkeit, die nach einiger Zeit spontan gerinnt und r wird. Die Temperatur ist hierbei von Wichtigkeit, da die Gerinnung um so rascher ritt, je höher die Temperatur ist; sie geschieht plötzlich bei einem bestimmten Wärme-, der für die Kaltblüter 40° C., für die Säugethiere und den Menschen 49°—50°, für Vögel eträgt (Kühne). Die Erhöhung der Temperatur führt auch in frischen, lebenden Mus- Gerinnung herbei, aus welcher ein der Todtenstarre ganz ähnlicher Zustand, die rmestarre« folgt. Bei 40° treten die ersten Gerinnungen im Froschmuskelsafte ein, öheren Temperaturen erfolgen immer neue, bis endlich bei 90° die letzte Gerinnung erist. Das Serumeiweiss gerinnt bei 75° C. Wirft man dagegen frische Muskeln in siedenWasser, so bildet sich keine saure Reaktion aus (E. du Bois-Reymond). Alle Säuren, auch nsäure, führen zur Myosingerinnung im Muskel. Die im Fleischsaft spontan entstehende ist Fleischmilchsäure, nach Diakonow auch Glycerinphosphorsäure. Der l bildet beim Erstarren auch Kohlensäure. Nach O. Nasse wird dabei der Glycogenlt des Muskels vermindert. E. Michelsohn suchte nachzuweisen, dass die Myoerinnung im Muskel bei der Todtenstarre durch ein Ferment zu Stande komme, ach A. Schmidt die Blutgerinnung. Er stellte aus dem Muskelsafte ein Ferment dar, es Fibringerinnung erzeugte.

Bei dem Muskel, der durch Unterbrechung der Circulation abstirbt, sich, wenn die Veränderungen noch nicht zu weit fortgeschritten sind, durch Wiederllung der Circulation die Erregbarkeit wieder hervorrufen (Stenson); Brown-Séquard e dazu arterielles Blut ein. Es genügt auch bei Säugethieren schon warme 1 pCt. Kochung, um die verlorene Muskelerregbarkeit nach Unterbindung der Aorta, nach Stenson, rze Zeit wieder zurückzubringen (J. Ranke). Nach dem wirklich erfolgten Eintritt der nstarre, nach dem Gerinnen der gerinnbaren Muskelsubstanzen ist eine Erneuerung der lation, eine Zufuhr arteriellen Blutes zu dem Muskel erfolglos, die Leistungsfähigkeit t nicht zurück (Kühne), wenn man nicht vorläufig das Myosingerinnsel durch 10% Kochösung wieder auflöst (Preyer).

Muskelerregbarkeit und Muskelreize.

Wodurch wird der Muskel in Bewegung versetzt, wodurch wird die Spannt, welche in ihm angehäuft ist, in lebendige Kraft übergeführt? Auf den en Blick könnte man die Ansicht fassen, es müsste der Muskel, in welchem eständig Kräfte frei werden, ebenso beständig auch Arbeit leisten; man hat e supponirte »Arbeitsleistung« des ruhenden Muskels als tonische Spannung, ıus, des Muskels bezeichnet. Es sind im Muskel Hemmungsvorrichgen gegeben, welche durch einen Anstoss von aussen weggeräumt werden

müssen, um den Muskel aus dem verkürzten in den verlängerten Zustand üb zuführen. Dieser Anstoss wird durch die Muskelreize ertheilt. Die Ueb führung aus dem ruhenden in den thätigen Zustand wird als Erregung, dem Muskel innewohnende Fähigkeit, erregt zu werden, als Erregbark Irritabilität bezeichnet. Die Erregbarkeit erreicht bei jedem Muskel einer bestimmten Temperatur ein Maximum, nimmt also mit dem Sinken Steigen derselben ab. Auch innere chemische Veränderungen (Ermüdung häufung der »ermüdenden Stoffe« durch mangelhafte Circulation etc., cf. Ermüdung) setzen sie herab.

Der normale Reiz für den Muskel geht von seinem motorischen Ne aus. Man war der Ansicht, dass es keine eigene Muskelerregbarkeit gäbe, alle auf den Muskel, wie man sich vorstellte, nur scheinbar direct wirk Reize erst die im Muskel enthaltenen Nervenendigungen und nur durch Vermittelung indirect den Muskel in den Erregungszustand versetzte wurde über diesen Gegenstand lange nach beiden Seiten gestritten; der hat sich mit fast absoluter Sicherheit für die directe Muskelerregbarke schieden. Kühne vor Allem hat die beweisenden Thatsachen dafür gew Er fand bei nervenlosen Muskelstücken, wie bei dem Ende des Frosch-Sart an dem bisher das beste Mikroskop keine Nerven entdecken kann, dass si Reize in Thätigkeit versetzt werden können. Er fand Stoffe, welche nicht Muskel, jedoch den Nerven erregen e. v. v. Kölliker hat gefunden, dass südamerikanische Pfeilgift: das Curare, die intramuskulären Nervenendig tödtet, ohne darum die Muskelirritabilität aufzuheben. Es finden sich Co tionen bei absterbenden Muskeln, welche auf die Reizstelle beschränkt bl ohne Rücksicht auf den Verbreitungsbezirk der an diesen Stellen verla Nervenfasern, die meist zu der Zeit ihre Erregbarkeit schon verloren idiomuskuläre Contraction (Schiff). J. Rosenthal hat gezeigt, dass zur gung der Muskeln (durch Curare gelähmter Thiere) ein stärkerer Reiz wendig ist, als wenn der Reiz vom Nerven aus wirksam wird. Die Stärk Contraction nimmt durch das Abtödten der Nervenenden nicht ab.

Die Lehre von den Muskelreizen hat für die Physiologie der traction hohe Bedeutung, da sie uns Fingerzeige dafür gibt, auf welche wir uns das Zustandekommen der normalen, vom Nerven aus erregten Mu zuckung zu denken haben.

Ausser dem normalen Nervenreize setzen den Muskel vor Allem el trische Reize, und zwar rasch eintretende Schwankungen der Intensität den Muskel wirkender electrischer Ströme in Erregung, z. B. das plötzl Schliessen und Oeffnen eines konstanten Stromes. Tetanus kann durch ra auf einander folgende Schliessung und Oeffnung hervorgerufen werden thierische Electricität). Auch die plötzliche Einwirkung gewisser chemisch Substanzen bringt Muskelzuckungen hervor, und zwar erfolgt dies durch App kation aller Substanzen, welche rasch Veränderungen in der chem schen Zusammensetzung des Muskelinhaltes hervorbringe Es sind dies vor Allem Säuren, anorganische wie organische: Milchsäure u Salzsäure, beide schon sehr verdünnt; auch Metallsalze, alle Kalisal schon bei starker Verdünnung, in hoher Concentration auch die Natronsalz Verdünntes Glycerin, Ammoniak, die Salze der Gallensäuren, d

llirtes Wasser, wenn es in die Muskelgefässe eingespritzt wird. Die sten dieser Stoffe wirken vom Nerven aus gar nicht oder in anderen Contrationsgraden. Auch eine plötzliche Temperatursteigerung über C. wirkt auf den Muskel erregend, besonders leicht Berührung mit stark itzten Körpern: thermische Reize. Mechanische Alterationen, plötzliche altsame Gestaltsveränderungen der Muskelfaser: Druck, Quetschen, Zerren, nen, bewirken Erregung. (Weiteres im folgenden Capitel.)

Das Turnen vom Standpunkte der Gesundheitspflege.

as Turnen, eine methodische Ausbildung des gesammten willkürlichen Muskelsysteird vor Allem zum Zwecke der Erzeugung erhöhter Kraft und Gewandtheit des Körpers . Es hat diese Muskelübung einen hohen Werth für die Gesundheitspflege. Unsere geaftlichen Zustände bedingen bei einer grossen Zahl der Männer eine meist sitzende sweise; die Arbeiten erfolgen entweder ohne Muskelanstrengung oder mit nur ganz ger. Noch mehr fehlt dem weiblichen Geschlecht besonders in den höheren und mittständen eine genügende Muskelbewegung. Am wichtigsten wird die Frage der methon Muskelausbildung und Uebung für Erziehung der Jugend in den Schulen, chen sie zu übermässig langem Sitzen und zu Muskelunthätigkeit gezwungen wird. ie Vernachlässigung in der Benutzung und Ausbildung der ihrer Masse nach wichtigOrgane des menschlichen Körpers bleibt nicht ungestraft. Vor Allem ist es die regelsige Circulation, welche unter dem Einfluss der Muskelunthätigkeit leidet (cf. rtheilung und Thätigkeitswechsel der Organe). Abgesehen von der bei stärkerer Musigkeit eintretenden allgemeinen Beschleunigung der Circulation wird der Blutzufluss thätigen Muskeln selbst bedeutend gesteigert. Indem sich das Strombett des Blutes thätigen Muskelsysteme erweitert, befindet sich eine grössere Menge von Blut in der en Zeit in den Muskeln. Es werden dadurch die inneren Organe des Leibes: centrales system, Lunge, Unterleibsorgane von einer übermässig angesammelten Blutfülle ent- t, welche ihre Functionen beeinträchtigte, die zu ihrem regelmässigen Zustandekomeistens einen fortwährenden Wechsel in der Menge des Blutes, das ihnen zugeführt verlangen. Vor Allem zuerst macht sich, wenn die unthätigen Muskeln weniger Blut men können, diese Störung der Circulation auf den Leberkreislauf, zu dessen Zuommen die geringste Kraftsumme disponibel ist, geltend, von hier aus aber sowohl Lungen als noch stärker auf den Darm und die übrigen Unterleibsorgane, venöses Blut durch die Leber abfliessen muss. Es bilden sich krankhafte Erweiterungen nen durch das langsamer abströmende, sich gleichsam anstauende Blut. Die Anhäufung enösen Blutes in den Unterleibsorganen gibt schliesslich Gelegenheit zu der Ausbildes Krankheitsbildes, welches von Aerzten und Nichtärzten als sogenanntes »Hämorlleiden« gefürchtet wird, welches wir mit den mannigfaltigsten Störungen, namentlich bei dem weiblichen Geschlechte, auftreten sehen.

urch Muskelthätigkeit wird, abgesehen von dieser Blutentlastung der inneren e, auch die Ernährung der Muskeln gesteigert. Unter methodischer Uebung en bei genügender eiweissreicher Nahrung die Muskeln in kurzer Zeit erstaunlich an zu. Dabei vermindert sich das Fett des Körpers entsprechend, weil, so lange verhältässig viel Fett vorhanden ist, bei der Muskelarbeitsleistung vor Allem Fett verbrennt ttenkofer, Voit u. A.). Die Anwesenheit des Fettes setzt aber durch Verminderung der amtblutmenge die organischen Oxydationen im Organismus herab; je mehr wir da- Fleisch = Muskeln am Körper haben, desto energischer verlaufen diese Processe der ischen Verbrennung, auf welchen schliesslich das Leben beruht. Darauf basirt zu einem das Kraftgefühl, das Gefühl von Wohlsein, welches wir als das hervorstechende kteristikum der Turner, Bergsteiger und Fusswanderer kennen (cf. unten).

Jede Verbesserung der allgemeinen Muskelernährung macht ihren Einfluss auch a Herz geltend. Umgekehrt nimmt mit der Schwächung der Gesammtmuskulatur auc Leistungsfähigkeit des Herzens ab. Dadurch tritt in noch anderer Art, als obe gegeben, eine Circulationsstörung ein. Die Blutcirculation wird durch die geringere E der Herzaktion verlangsamt. In derselben Zeit strömt also in alle Organe weniger jene Zersetzungsprodukte der Organe, welche wir als Hemmungen der Organthätigkeit ke gelernt haben, häufen sich in gesteigertem Maasse in den Organen an. Vor Allem mache betreffenden Stoffe ihre störenden Wirkungen auf die Muskeln und das Nervensystem tend. Es treten durch ihre Anwesenheit in den Organen jene bekannten Zustände der H ermüdung ein, welche als sichere Folge der Muskelunthätigkeit erscheinen. Die Unl Bewegung kann sich schliesslich bis zur wirklichen Unfähigkeit dazu steigern. Die Muskelschwäche des weiblichen Geschlechtes beruht zum Theil auf diesem Grunde. weniger angestrengte Muskeln habe ich direct einen höheren Gehalt an den betreffend müdenden Zersetzungsprodukten erwiesen.

Durch Muskelbewegung sehen wir zuerst vor Allem die Herzaktion die Athemthätigkeit gesteigert. Die daraus folgende allgemeine Beschleuni Blutcirculation macht sich sogleich auf die Diffusionsvorgänge zwischen Blut und O geltend. Die »ermüdenden Stoffe«, welche der Organzersetzung entstammen, werden abgeführt. Die thätigsten Muskeln im Organismus sind am ärmsten an diesen Prod Daher kommt es, dass die anfängliche Unlust, die wir nach längerer Ruhe zur Mus strengung fühlen, unter der Bewegung selbst abnimmt, schliesslich verschwindet und Gefühl des Wohlbehagens übergeht. Die Muskelanstrengung, welche wir sonst als ein müdungsgrund kennen, wird hier zur Hauptursache des Kraftgefühles. Gleichzeitig ruht das Kraftgefühl auf der reichlichen Blutzufuhr und Ernährung des thätigen M Nach einer ermüdenden Fusswanderung ist der Appetit und Durst bedeutend gesteig Magen, dem für die Muskeln das Blut entzogen wurde, bringt uns die daraus folge seiner Schleimhaut zum Bewusstsein. Reichliche Nahrung führt zu überreichem durch die Arbeit bedingten Stoffverbrauchs, wir erwachen nach vernünftig geleitete anstrengung aus gesundem Schlaf mit gesteigertem Kraftbewusstsein.

Aehnlich, wie auf das Muskelsystem, wirkt die Muskelaktion auch auf die Ne jene gesteigerte Reizbarkeit mit Schwäche, welche Jedermann als Erscheinung der N ermüdung kennt (cf. das folgende Capitel), in Folge der Anhäufung der ermüdenden im Nervensystem. Auch aus diesem werden sie durch die gesteigerte Circulation gew Am deutlichsten wird für die subjective Empfindung diese Reinigung der Nerven durch Bewegung (gesteigerte Blutcirculation) am Gehirne; objectiv (experimentell) sich dieselbe mit ihren Folgen an allen Nerven nachweisen. Wie eine Wolke he die geistige Missstimmung von der Stirne weg, wenn wir nach langer sitzender Beruf keit bei einer frischen Fusswanderung (Turnen, Tanzen) unserem Muskelsystem sein gewähren.

Noch zwei heilsame Momente kommen im Gefolge der Muskelarbeit zur Geltung arbeitende Organismus verliert in sehr hohem Maasse Wasser und Wärme und erfähr Steigerung seines Wärmeabgabevermögens. An einer anderen Stelle ist auf das letztere aufmerksam gemacht worden. Es rührt offenbar daher, dass die gesteigerte Blutzufu den peripherischen Organen des Körpers, zu den Muskeln, wobei auch eine Erweiterur Hautblutgefässe erfolgt, die Wärmeabgabe durch Steigerung der Wärmedifferenz zwi der mehr erwärmten Körperoberfläche und der äusseren Umgebung (Luft etc.) vergr Die Vermehrung der Wasserabgabe des Körpers durch Muskelthätigkeit ist durch die suche v. PETTENKOFER's und VOIT's anschaulich gemacht worden. Sie haben gezeigt, d Gefolge der Muskelarbeit die Wasserabgabe nicht nur während der Arbeitszeit selbst dern auch während der darauf folgenden Zeit der Ruhe (im Bett) sehr beträchtlich gest werde. Sie fanden bei demselben Manne:

Die Wasserabgabe am Tage während der Ruhe							844,0	Gramm
-	-	-	-	-	-	Arbeit	1094,8	-
-	-	bei Nacht		-	-	Ruhe	483,6	-
-	-	-	-	-	-	Arbeit	947,3	-

r sehen, dass mässige Arbeit und Muskelbewegung den Organismus von seiner in den n aufgespeicherten Wassermenge befreit, ebenso wie wir das von eiweissreicher Nah-seben haben. Nach Jäger hebt sich dadurch das specifische Gewicht enschlichen Gesammtkörpers. Nach v. Pettenkofer's Annahme ist aber der Wassergehalt des Organismus eine disponirende Ursache zu verschiedenartiger Er-ng. So kann also auch nach dieser Seite die methodische Muskelanstrengung als Prä-mittel angewendet werden.

von Ling eingeführte sogenannte **schwedische Heilgymnastik** bezweckt, und für entspre-Fälle mit bedeutender Wirkung, eine methodische Uebung einzelner Muskeln und gruppen, welche durch krankhafte Verhältnisse in höherem oder geringerem Grade in usbildung oder Functionirung beeinträchtigt wurden. Um die Muskeln zu üben, sie im Allgemeinen veranlasst werden, Lasten zu bewegen oder Widerstände zu über-. Bei dem Turnen werden entweder äussere Gewichte in Bewegung gesetzt oder es wie namentlich an den feststehenden Turngeräthen der eigene Körper des Turnenden bewegende Last. Es kann aber wie bei dem Ringen etc. auch die Muskelkraft und e eines Gegners als zu überwindender Widerstand Verwendung finden. Die schwe-Heilgymnastik benutzt zur Uebung einzelner Muskeln und Muskelgruppen in weitge-Weise specialisirte Ringbewegungen. Durch gut geschulte Personen: Gymnasten, er Patient zu den therapeutisch verlangten Muskelbewegungen veranlasst, denen dann mnast, entsprechend der vom Patienten nach dem Heilplan aufzuwendenden Kraft, n der feinsten Weise abzustufenden Widerstand entgegensetzt. Um z. B. die Beuge-n eines Gliedes zu üben, wird das Glied zunächst gestreckt und der Patient versucht zu beugen, während der Gymnast durch schwächeres oder stärkeres Festhalten in chender Weise entgegen wirkt. Es sind das nach der Terminologie: duplicirte gungen; concentrisch duplicirt, wenn der Patient gegen den Widerstand nnasten die Bewegung ausführt, excentrisch duplicirt, wenn der Gymnast Sieger H. Meyer). Da (passives) Dehnen und Zusammenpressen der Muskeln analog der usammenziehung die Blutzufuhr zum Muskel steigert, ihm vermehrtes Ernährungs-l zuführt, seinen Stoffumsatz hebt, so kann auch diese Art der Gymnastik in dem Sinne nens etc. wirksam werden. Hauptsächlich wird sich Letzteres zur Unterstützung kung electrischer Muskel- und Nervenreizung empfehlen oder für geeignete Fälle nwendung ersetzen können.

n Schlusse muss noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass Alles, was zum Lobe kelarbeit gesagt wurde, nur seine Geltung behauptet bei genügender (eiweiss-r) Ernährung. Bei schlecht genährten Individuen reibt die Arbeit den Organismus bermässige Muskelanstrengung bei sonst (in der Ruhe) genügend scheinender Nahrung lass zu den verschiedensten krankhaften Störungen geben.

Zwanzigstes Capitel.

Allgemeines aus der Nervenphysiologie und Chemische Physiologie der motorischen Nervenapparate.

Allgemeine Wirkungsweise der motorischen Nerven.

Die Bedingungen der Krafterzeugung liegen im Muskel selbst.

Man könnte sich vorstellen, und in manchen krankhaften Fällen ist es lich so, dass die Muskeln auch im lebenden Organismus in Folge ihrer fischen Erregbarkeit durch Reize, welche sie direct treffen, ohne Mitw der Nerven in Thätigkeit versetzt werden. Diese idiomuskulären einfac tetanischen Zuckungen würden für den Zweck des Organismus kaum zu leisten vermögen. Nur dadurch wird die Muskelcontraction zu dem, für den Organismus sein soll, dass sich die einzelnen Muskelzuckungen mässig mit solchen anderer Muskeln verbinden. Indem sich gleichzeiti abwechsend gewisse Muskelgruppen contrahiren und erschlaffen, die Bewegungen hervorgebracht, auf denen die Ortsveränderung des ten Körpers zum Aufsuchen eines körperlichen Genusses oder Bedürfniss zur körperlichen Abwehr einer drohenden Gefahr beruht. Es sind die ven, welche die rohe Muskelkraft dem Principe der Zweckmässigkeit ordnen.

Wir finden im lebenden Organismus wie gesagt fast niemals eine Ve thung der specifischen Irritabilität des Muskels zu Bewegungsvorgängen; E MANN behauptet normale automatische Contractionen für den Ureter. E eine Zeit, in welcher man glaubte, dass durch den Nerven dem Muskel Bewegungskraft vom Gehirne aus zugesendet werde, welche im Muskel d in mechanische Arbeitsleistung übergeführt würde. Dadurch kam man d die eigene Erregbarkeit des Muskels zu bezweifeln, ihm nur die Rolle Kraftübertragungsmechanismus zuzutheilen. Einer der Hauptgründe gege Annahme, dass die Nerven Leiter der gesammten Bewegungskraft seien, wi Röhren, welche den erhitzten Dampf unter den Kolben der Dampfmas führen, ist der, dass schon sehr minimale Reize, welche den ausgeschnitt Nerven, ebenso wie die Antriebe vom Gehirne aus den in normaler Verbin

ichen Nerven, in Thätigkeit versetzen, hinreichen, um eine grosse Kraft-
g des dazu gehörigen Muskels herbeizuführen. Ein electrischer Strom,
Bewegungskraft kaum mit den feinsten Hülfsmitteln nachgewiesen wer-
nn, also fast = 0 ist, ist im Stande, vom Nerven aus wirkend, einen
l zum Heben von grossen Gewichten, zu grossen mechanischen Leistun-
n veranlassen. Zwar steigt anfänglich mit der zunehmenden Reizstärke
istung des Muskels, aber bald erreicht die Nervenerregung ein Maximum,
las hinaus sie keine stärkere Zuckung des Muskels mehr hervorruft, so dass
r Steigerung der im Nerven strömenden Bewegungskraft keine Steigerun-
den Leistungen des Muskels mehr eintreten, wie sie doch erfolgen
en, wenn die Muskelkraft nur übertragene Nervenkraft wäre. Stets er-
t die vom Muskel geleistete Arbeit grösser, als sie der Nervenkraft ent-
en würde. Wäre die Muskelkraft eine Uebertragung der Nervenkraft,
sste sie, da bei allen Uebertragungsvorgängen nothwendig ein Theil der
ertragenden Kraft unverwendet abfällt (S. 104), kleiner, nicht grösser
als letztere.

as Kräfteverhältniss in Muskel und Nerven entspricht den Auslösungs-
htungen bei Uhrwerken und ähnlichen Maschinen, durch welche mit einer
alen Kraft eine ganze Reihe fortdauernder mechanischer Leistungen ein-
et, ausgelöst werden kann. Eine gespannte Feder, welche ein Räderwerk
vegung setzt und dadurch Arbeit leistet, kann in ihren Leistungen da-
, dass man irgendwo einen unter den gegebenen Bedingungen für sie
rwindlichen Widerstand: eine Hemmung anbringt, trotz der fortdauern-
pannung, unterbrochen werden. Ist die Hemmungsvorrichtung zweck-
eingerichtet, so genügt ein minimaler Kraftaufwand, um sie zur Seite
eben und das Uhrwerk in Gang zu setzen. Eine sehr kleine Kraft wird
h Veranlassung verhältnissmässig sehr bedeutender Wirkungen. Die
kräfte der Feder werden durch das Wegräumen der Hemmung ausge-
Auch im Muskel haben wir eine der im Uhrwerke ähnliche Anhäufung
nnkräften, die durch den Nerven ausgelöst werden; daher steht der
d von Nervenkraft nicht im Verhältniss der Gleichheit zur erzeugten
rbeit.

ie Nervenelectricität findet im folgenden Capitel ihre Darstellung.)

Zur Anatomie der motorischen Nerven.

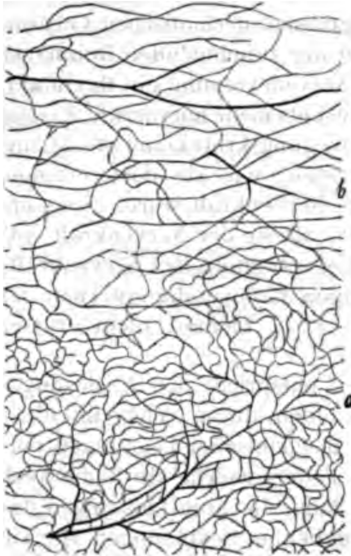
e allgemeine mikroskopische Anatomie der nervösen Apparate hat S. 41
ung gefunden.

e Blutgefässe sind in Anordnung und Zahl verschieden, je nachdem
vösen Gewebe mehr Nervenfasern oder Nervenzellen enthalten. Bei
sind sie sparsam, ähnlich wie bei dem Muskel in regelmässigen langen
an den Fasern hinlaufend, die ganglienzellenhaltigen Nerventheile da-
nthalten ein reichliches, viel verflochtenes Kapillarnetz (Fig. 172).

n hatte sich lange vergeblich bemüht, die Endigungsweise der
n in den Muskeln zu erforschen. Die Untersuchungen Kühne's u. A.
dass die Nervenendigungen in directe Berührung treten mit dem
des Muskelrohres. In den quergestreiften Muskeln endet der Nerv

unter dem Sarkolemm unter Verschmelzung der SCHWANN'schen Sch
dem letzteren. Die Markscheide begleitet den Axencylinder bis zu dies

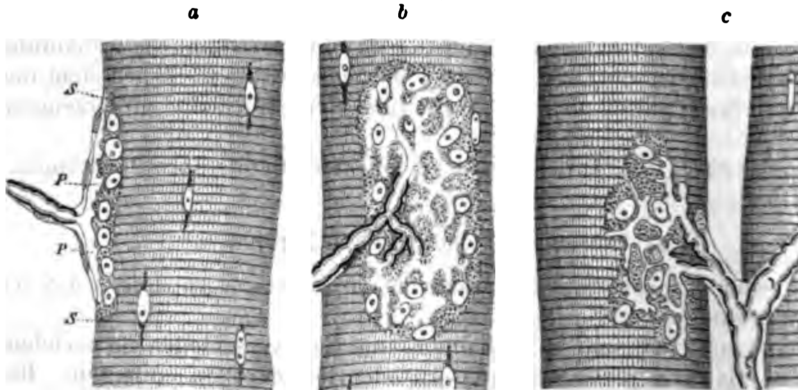
Fig. 172.



Gefässe der Hirnsubstanz des Schafes nach einer GERLACH'schen Einspritzung. *a* der grauen, *b* der weissen Substanz.

Das Ende des Axencylinders, die N
endplatte, entspricht nach KÜH
einer Ausbreitung mit bedeutend ve
Oberfläche, welche im Allgemeinen d
flach ausgebreitete Verzweigung
wird. Diese Nervenendplatte
mehr membranartig, bald einem Fa
vergleichbar sein. In den meist
scheint die Platte auf einer Sohle vo
und feinkörnigem Protoplasma zu ru
173). An der Nerveneintrittsstelle
in der Regel auf der contractilen
eine hügelförmige Erhebung mit nah
förmiger Basis: der Nervenhüge
hat unter dem Sarkolemma, zwisch
und der quergestreiften Substanz,
animalen Muskeln der verschieden
aber in verschiedenem Grade der Au
eine kernhaltige granulirte Masse n
sen, die er als Matrix des Sarkol
spricht. Mit dieser Matrix treten na
motorischen Nervenenden in Verbi
dass das gangliöse Ende (Endplatte
Matrix liegt.

Fig. 173.



Muskelfasern mit Nervenendigungen von Lacerta viridis. *a* im Profil gesehen. *PP* die Nervenend aus granulirter Masse und Kernen bestehende Sohle der Platte. *b* dasselbe in der Aufsicht von einer Muskelfaser, deren Nervenende vermuthlich noch erregbar ist. Die Formen der mannigfach verz sind im Holzschnitte nicht durch so zarte und blasse Contouren wiederzugeben, dass sie der Wi sprechen könnten. *c* dasselbe, wie es nach dem Tode des Nervenendes, sowie zwei Stunden nach V grossen Dosen Curare erscheint.

J. GERLACH und R. ARNDT haben neuerdings die Angaben KÜHNE's in allem W
bestätigt. Ausser den mit dem Nervenhügel in Verbindung tretenden motorisc

n sich an den Muskelbündeln auch solche, welche auf der Aussenfläche des Sarkolemms endigen, oder in Kerne und Kernhäufchen übergehen, welche äusserlich auf dem ›lemma liegen (KOELLIKER, ARNDT u. A.) und vielleicht die sensiblen Nervenfasern Muskeln darstellen.

‹ur bei Salamandra bestehen die motorischen Nervenendigungen aus markfreien und ›sen, direct ohne jegliches Zwischenglied zwischen Sarkolemm und contractilem Gegelagerten Endfasern, hier fehlen also allein unter allen höheren Wirbelthieren die latten (KÜHNE).

Physikalisch-chemische Nerveneigenschaften.

Zum Verständnisse der Lebensbedingungen des Nerven müssen wir seine ›ischen und physikalischen Eigenschaften in derselben Weise studiren, wie dies bei den bisher besprochenen Organen, Knochen und Muskeln, gethan n.

Die mechanischen Eigenschaften, die wir dort einer eingehenden ung unterworfen haben, interessiren uns zunächst weniger: Der ruhende r ist von dem thätigen nicht in seiner Form verschieden, es zeigt sich an keine Gestaltsveränderung analog der Muskelcontraction, die uns zu Unchungen z. B. über seine Elasticitätsverhältnisse veranlassen te: er ist normal keinem höheren Maass von Zug oder Druck ausgesetzt, n er durch eine besondere Festigkeit genügen müsste. Das freie Auge nt an ihm eine gröbere Querstreifung wahr, die den Namen der FON-'schen Bänderung trägt und ihr Ansehen einer senkrecht auf die Längserlaufenden regelmässigen Faltung oder Einknickung der Fasern verdankt. erven sind etwas länger, als es zur directen Verbindung der Arbeitsorgane en Centralorganen: Rückenmark und Gehirn, nöthig wäre, so dass sie sich ndenden Gestaltsveränderungen der Glieder, die den Nerven zu dehnen en, durch Verstreichen dieser Fältchen anpassen können.

Der eigentliche Schwerpunkt ist bei der Untersuchung der Nerven auf hemischen Bedingungen ihrer Krafterzeugung zu legen, die lei Art ist, insofern wir einmal electrische Ströme an ihnen in gesetzer Richtung den im Muskel beobachteten analog wahrnehmen (E. DU BOISnd), die in sicherem Wechselverhältniss zu der Stärke der Lebenseigenn und der chemischen Zusammensetzung der Nerven stehen und sich iesen ändern; und andererseits die Nerven einen Anstoss entwickeln seals dessen Resultat die Contraction des dazu gehörigen Muskels oder die ndung in den nervösen Centralorganen erfolgt.

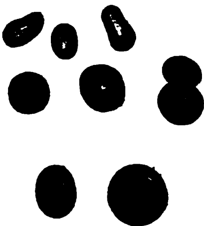
Die SCHWANN'sche Nervenscheide scheint wie das Sarkolemma nicht aus licher elastischer Substanz zu bestehen, sie zeigt sich ebenfalls löslicher ›ses.

Der Inhalt der Nervenröhren ist, wie aus den bisherigen Untergen, so wenig vollständig sie sein mögen, hervorgeht, ein sehr zusam›setzter, ebenso der jener Nervensubstanzen, welche Ganglienzellen in Masse enthalten, die selbstverständlich isolirt nur mikrochemisch unterwerden können.

ie graue Substanz des Gehirnes, welche die Nervenzellen entst ziemlich viel wasserreicher als die weisse, aus Nervenfasern bestehende.

Ueber die specifischen Eigenschaften der in der Nervenmasse vork(den Eiweissstoffe ist noch wenig Sicheres bekannt. Die Nervenzell halten mehr Eiweissstoffe als die Fasern, die graue kernhaltige Hirnmasse mehr Stickstoff (J. Ranke) als die weisse, welche der Hauptmasse nach a venfasern besteht. Petrowsky fand in den festen Theilen der weissen S 25 pCt., in denen der grauen 50 pCt. Albuminate. Hoppe-Seyler findet hirn Caseïn, auch die Anwesenheit von Myosin ist wahrscheinlich. ' trowsky erthält sowohl die graue als weisse Gehirnsubstanz Eiweisst zur Gruppe der Globuline gehören. Die Eiweissstoffe sind in der Ner im Axencylinder angehäuft. Im Nervenmarke, das den Axencylin hüllt, findet sich Cerebrin und Lecithin (Pr ist nach Hoppe-Seyler eine Verbindung oder richt Gemenge von Cerebrin mit Lecithin), aus durch Zersetzungen die Hauptmasse der früher standtheile des Nervengewebes beschriebenen St steht (S. 78), vor Allem die Glycerinphosphor

Fig. 174.



Corpuscula amylacea aus dem Gehirn des Menschen.

Das Protagon bildet unter Umständen jen thümlichen Gerinnungsformen im Nervenmark, mit dem Namen Myelinformen belegt hat.

In der Gehirnoberfläche finden sich öfters n Stärkemehl ähnliche Körnchen, Corpuscula am (R. Virchow), sie scheinen stickstoffhaltig (C. S und färben sich in Jodkalium-Jodlösung schmutzig violett (Fig. 174). I sich auch Cholesterin.

Bibra erhielt aus dem Gehirne eine grosse Reihe von Fettsäuren, sich nach ihren Schmelzpunkten, die zwischen 22 und 48° R. liegen, vers verhalten. Ausserdem fand er eine »ölige« Säure, welche bei — 4° e und einen Körper, welcher bei + 7° schmolz.

Von Interesse ist der Reichthum der Nervensubstanzasche a Phosphorsäure und phosphorsauren Alkalien neben sehr geringen Menge phorsaurer Erden, phosphorsauren Eisenoxyds, Chloralkalien und schw ren Kalis (Breed). Die Asche der an Nervenzellen reichen grauen Hi scheint wesentlich verschieden von derjenigen der markhaltigen, weisse substanz, indem erstere nach Lassaigne stark alkalisch reagirt, letzter von der freien Phosphorsäure herrührend. Der Nervenzelleninhalt scheint Lecithin in geringen Mengen zu enthalten. Kühne wies den Mangel an gon« für die Nervenendplattensubstanz nach, welche mit dem Axen hierin übereinstimmt.

Nach Petrowsky's unter Hoppe's Leitung angestellten Untersuchungen wäre di Hirnmasse reicher an Lecithin, aber erheblich ärmer an Cholesterin, Fetten und als die weisse Hirnsubstanz.

Physiologische Aenderungen in der chemischen Nervenzusammenset

Wie beim Muskel, so haben wir auch bei den Nerven zu unters zwischen dem Zustand der Ruhe, dem Zustand der Thätigkeit u Zustand des normalen Absterbens. Der Zustand der Thätigkeit unt

sich von dem Zustand der Ruhe äusserlich nicht, es sind innere Molekulargänge, welche die Nerventhätigkeit charakterisiren. Das chemische Verhalten Nervensubstanz ist im Allgemeinen dem der Muskelsubstanz analog.

Das ruhende Nervengewebe zeigt wie das ruhende Muskelgewebe einen fort-eitenden Stoffwechsel. Es ist seit lange bekannt, dass das arteriell in das vengewebe eintretende Blut aus diesem venös zurückkommt, beladen mit Produkten der organischen Gewebsoxydation, namentlich mit Kohlensäure. Untersuchungen von W. Müller konstatirten in dem Gehirnextrakt die meist schon aus dem Muskelgewebe bekannten Stoffwechselprodukte: Ino-r, Milchsäure, Ameisensäure, Essigsäure, Kreatin, Harnre, Hypoxanthin, Leucin, Picard fand Harnstoff.

Ich habe nachgewiesen, dass das ruhende Nervengewebe (Gehirn von ben) ganz wie das Muskelgewebe eine Gewebsrespiration zeigt. Das sfrische Gehirn haucht Kohlensäure aus und nimmt dafür Sauerstoff aus Atmosphäre auf. Auf 24 Stunden berechnet fand ich die Kohlensäureab-im Maximum zu 7,73 Milligramm, die Sauerstoffaufnahme zu 2 Milligramm inem Gewicht der Nervensubstanz von 2 Gramm. Es existirt also auch , wie bei der Gewebsrespiration und der Athmung im Allgemeinen keine ue Kongruenz zwischen dem aufgenommenen Sauerstoff und der abgege-n Kohlensäure, 2 Milligramm Sauerstoff sollten 11,3 Milligramm Kohlen-e liefern. Ueber die Grösse des Stoffwechsels im ruhenden Nervengewebe n uns die beigebrachten Angaben den ersten Aufschluss. Meine Unter-ngen über den Blutgehalt der Organe lehrten weiter, dass die ruhende nsubstanz (Gehirn und Rückenmark) ziemlich den gleichen Blutgehalt, en auf ihr Organgewicht, haben wie die ruhenden Muskeln. Letztere ent-(bei Kaninchen) im Mittel 5,14 pCt., die Nervensubstanz 5,52 pCt. Blut. ntensität des Stoffwechsels wird sonach in beiden Gewebsgruppen im ustand nahezu identisch sein.

Der thätige Zustand der Nerven unterscheidet sich von dem ruhenden Zustande eine Steigerung des normalen Organstoffwechsels. Funke und ich haben wiesen, dass die normal schwach alkalische, zum Neutralen sich neigende n des ruhenden Nervengewebes durch starke Thätigkeit in eine saure tion sich umwandelt. Am deutlichsten ist diese Veränderung der Reak-n den nervösen Centralorganen, doch fehlt sie auch an den Nervenstäm-nicht. Die Versuche gelingen am besten am Frosch. In dem unverletzten nismus tritt bei der Thätigkeit des Nervengewebes auch eine gesteigerte zufuhr zu demselben ein und zwar sowohl zu den nervösen Centralor-als zu den Nervenstämmen. Der gesteigerte Blutzufluss führt das zur ung des Nervenstoffwechsels erforderliche Material: Sauerstoff und oxy-Stoffe zu. Eine Steigerung der Gewebsrespiration ist bei der Nerven-keit noch nicht festgestellt. Von weiteren Veränderungen in dem che-en Verhalten der thätigen Nervensubstanz im lebenden Organismus habe ei Fröschen noch eine Veränderung im Wassergehalt der nervösen Cen-gane und zwar eine Wasserverminderung nachgewiesen, während en bei den Nervenstämmen eine Wasservermehrung durch den Tetanus, ie sich bei dem Muskel findet, wahrscheinlich wurde. Die centrale Ner-bstanz der Frösche ist, wie auch die graue Nervenmasse der Säugethiere

und des Menschen normal, *wasserreicher* als das Blut. Bei der Steigeru der Diffusion zwischen den Gewebsflüssigkeiten und der centralen Nervensu stanz, wie sie durch den gesteigerten Stoffwechsel bei der Thätigkeit der le teren im Gesammtthiere bedingt wird (S. 131), werden also feste Stoffe dem Blute in jene eintreten und sie dadurch relativ wasserärmer machen. Veränderungen des Wassergehaltes sind, wie wir unten sehen werden, von d grössten Einfluss auf die Nervenerregbarkeit. Eine Wärmebildung im thäti Nerven wird von VALENTIN behauptet.

Der Zustand des Absterbens charakterisirt sich bei dem Nervengewebe bei dem Muskel- und Drüsengewebe durch eine Vermehrung der Consi (E. DU BOIS-REYMOND) und Auftreten einer sauren Reaktion (FUNKE, J. Ra Wir bezeichnen diesen Zustand, analog wie bei dem Muskel, als *Nerv starre*. Auch bei diesem Zustande findet Kohlensäurebildung und Sauer absorption statt. Die Vermehrung der Consistenz beruht auf der »Geri des Nervenmarks (Myelingerinnung [?]) und auf Gerinnung der Eiwe im Axencylinder. Die Starre löst sich in der Folge durch Fäulniss. Es g dem Nerven wie bei dem Muskel auch eine *Wärmestarre*. Erwärm die Gehirnmasse von Tauben auf 45—55° C., so tritt saure Reaktion ein. hitzt man dagegen rasch auf 100° C., so bleibt wie bei dem Muskel die Rea alkalisch (J. RANKE).

Die normale Erregbarkeit des Nerven, seine Fähigkeit, durch einen Rei den thätigen Zustand überzugehen, ist von seiner normalen chemischen C stitution bedingt. Die *specifische* Erregbarkeit des Nerven ist im All nen, wie sich aus den Untersuchungen J. ROSENTHAL's ergibt (cfr. Idio Zuck. S. 720) grösser als die der Muskeln; gleich starke Reize wirken Nerven stärker erregend als auf den Muskel ein, dessen Nervenend durch Curare gelähmt wurden.

Veränderungen des normalen chemischen und physi schen Verhaltens der Nervensubstanz bewirken zuerst Erhöhung, in der Folge eine Verminderung der Erregbar Diese Erhöhung der Erregbarkeit darf nicht als eine Steigerung der Le eigenschaften des Nerven betrachtet werden, sie ist im Gegentheil das Stadium der **Nervenermüdung,** deren zweites Stadium erst eine Herabsetzu Erregbarkeit ist.

Störungen in dem Nervenstoffwechsel und damit Erregbarkeitsver rungen treten ein, wenn der Nerv von seinem lebenden Centralorgane trennt wird, entweder durch Schnitt oder durch Absterben des letzteren. sehen hier seine Erregbarkeit zuerst beträchtlich zu-, dann bis zum Erlös abnehmen, die dem Centralorgan näher gelegenen Nervenstrecken zeigen Erregbarkeitsveränderungen früher als die entfernteren (*RITTER-VAL sches Gesetz*), Anlegen eines neuen Querschnitts beschleunigt den Ab des Vorgangs (J. ROSENTHAL). Ebenso wirkt die dauernde Unterbrechung normalen Thätigkeit des Nerven: übermässige *Ruhe*, durch Abtrennen Lähmung seines Erfolgsorgans. In beiden Fällen ist die normale Ernährung Nerven gestört, es zeigen sich, wenn der Nerv im Körper verbleibt, in der F chemische und morphologische Veränderungen, die man als *fettige De neration* der Nerven bezeichnet. Auch durch die *Thätigkeit* wird die

gbarkeit des Nerven zuerst erhöht, in der Folge vermindert, oder bei über-lssiger Anstrengung sogar vernichtet. Auf die Wirkung anhaltender Thätigkeit nn durch Ruhe wieder Erholung folgen; auf anhaltende Ruhe bringt, wenn Erregbarkeit noch nicht vollkommen verloren ist, vorsichtig und langsam eder eingeleitete Thätigkeit die Erregbarkeit zurück, ein Hauptprincip der rven- und Muskeltherapie. Ganz analog wie der Erfolg der Erregung die Wirkung der Wärme unter 45° C. auf Froschnerven. Sie bewirkt zu-chst eine Steigerung der Erregbarkeit, um so bedeutender, je höher (in ge-ssen Grenzen) die angewendete Temperatur ist. In der Folge sinkt dann die gbarkeit, und zwar schneller bei höheren Temperaturen. Temperaturen r 45° C. vernichten die Erregbarkeit um so schneller, je höher sie sind, bei sterben die Nerven augenblicklich. Bis zu 50° ist durch Wiederabkühlen Wiedererholung des Nerven möglich (J. Rosenthal, Afanasieff u. A.). anische Alterationen: Zerren, Quetschen etc., erhöhen ebenfalls zunächst rregbarkeit (J. Ranke und Cornet u. A.), um sie dann zu vernichten. Das-ist von anderen groben chemischen Nervenalterationen, z. B. Vertrocknen, nnt. Vertrocknen und plötzliche Temperatursteigerungen wirken als ize (cf. unten).

Die **Ursachen der Erregbarkeitsveränderungen.** — Sie liegen, nach dem Gesagten, wiegend in chemischen Schwankungen innerhalb der Nervensubstanz.

Durch Absterben, durch Thätigkeit, durch Wärme, durch Vertrocknen geht die alka-e Reaktion des Nerven, wie wir sahen, in eine saure Reaktion über. Hand in Hand der Säurebildung gehen Veränderungen im Wassergehalt des Nerven, und es häuft in ihm Kohlensäure an. Andererseits wird durch Mangel seiner normalen Thätigkeit, e mit einer Säureproduktion verknüpft ist, die alkalische Reaktion des Nerven igert. Dazu kommt noch, dass aus den Gewebsflüssigkeiten Stoffe in die vösen Centralorgane eintreten können, z. B. Kalisalze, Harnstoff, lensäure etc. (cf. oben S. 730), welche die Erregbarkeit wesentlich mo-iciren.

Meine Versuche haben gezeigt, dass eine künstliche Ermüdung des Nerven mög-durch Imprägniren desselben mit denselben Stoffen, welche wir oben als »ermüdende für den Muskel und eben erst als Stoffwechselprodukte der Nervensubstanz kennen ge-haben. Bei der künstlichen Ermüdung der Nerven steigt, wie bei der ürlichen, die Erregbarkeit zunächst an, um darauf zu sinken. Durch tralisation und Auswaschen der ermüdenden Stoffe kehrt die alte Erregbarkeit wieder ck. Die ermüdenden Stoffe für den Nerven sind: alle Säuren und Alkalien, e die sauren und alkalischen Salze, von den neutralen Salzen vor Allem die Kalisalze. so ermüdend wirkt Veränderung im Wassergehalt, sowohl eine Zunahme ine Abnahme desselben. Diese chemischen Veränderungen brauchen nur minimal zu um schon sehr wesentliche Aenderungen in der Erregbarkeit herbeizuführen. Von der lensäure beobachtete ich bisher nur eine die Erregbarkeit vermindernde Wirkung, ervencentralorgane sterben rasch ab, die Nervenstämme bleiben aber unter ihrer lange esetzten Einwirkung in vermindertem Grade erregbar. Der Nerv bedarf wie der Muskel rhaltung seiner Erregbarkeit für längere Zeit keine Neuzufuhr von Sauerstoff, er besorgt chst seine physiologischen Oxydationen aus dem in ihm aufgespeicherten Sauerstoff (S. 729). Thätigkeit des Nerven, seine Ermüdung, seine Restitution nach Ermüdung durch Un-lichmachen und Entfernen der ermüdenden Stoffe verlaufen in einer Wasserstoffat-häre ebenso wie in sauerstoffhaltiger Luft. Der Nerv stirbt bei höheren Temperaturen

in Sauerstoff sogar rascher ab als in Wasserstoff (J. RANKE, PFLÜGER und EWALD), er ver sich hier wie ein dünner Muskel.

Die Zunahme der alkalischen Reaktion tödtet den normalen Nerven sehr ra Ammoniakdämpfe tödten ihn ohne vorhergehende Erhöhung der Erregbarkeit. Lassen aber auf einen künstlich oder physiologisch gesäuerten Nerven Ammoniakdämpfe einwir so steigt, wie durch andere Alkalien, die Erregbarkeit des Nerven. Bei Nerven, die d künstliche Steigerung ihrer Alkalinität in ihrer Erregbarkeit herabgesetzt sind, bringen gekehrt Säuren die normale Erregbarkeit zurück. Es stimmen diese Verhältnisse mit den Zellenprotoplasma beobachteten (S. 119) vollkommen überein.

Die physiologischen und pathologischen Schwankungen der Nerv erregbarkeit beruhen ebenfalls auf diesen chemischen Ursachen. Bisher ist davon Allem die Schwankung des Wassergehaltes der Nerven in verschiedenen Lebensalter Krankheiten etc. untersucht. Kindliches Alter und Ernährungsstörungen (Marasmus, venschwäche) sind durch grösseren Wasserreichthum, Cholera, mit einer Abnahme von ser in der Nervensubstanz verknüpft. Beide Ursachen bedingen zunächst eine Stei zuletzt eine Schwächung der Erregbarkeit. Der mittlere normale Wassergehalt des F nerven beträgt 75% (Minimum 72%, Maximum 79%), die Grenzen des Nervenleb ich zwischen einem Wassergehalt von im Minimum 56%, im Maximum 89%. Sch ganz geringe Menge ermüdender, in den Froschnerven eindringender Stoffe führt sei herbei: von neutralen Kalisalzen (Chlorkalium) bedarf es zum Tod eines Froschisch nur 0,2 Milligramm; von Säuren etwa 1 Milligramm, am raschesten tödtet Phosphor von Kali thun das schon 0,35 Milligramm. Es geht weiter aus meinen Versuchen hervor, der Nerv eine Säuerung, wie sie physiologisch im Tetanus eintritt, viel besser vertr eine Zunahme seiner normal schwach alkalischen Reaktion.

Nervenreize.

Wie für den Muskel die normale Erregung stets von den Nerven aus so werden den Nervenfasern die Anstösse zur Erregung bei normalen Ve nissen durch die nervösen Centralorgane vermittelt.

Aehnlich wie der Muskel besitzt die Nervenfaser ihre eigene Irritabi so dass sie auch abgetrennt von den Centralorganen in den erregten Zus überzugehen vermag; unter normalen Bedingungen wird diese idionerv Erregbarkeit jedoch ebenso wenig zur Bewegungsvermittelung benutzt die idiomuskuläre. Die oben S. 724 besprochene Unterordnung der Bewe gen unter das Princip der Zweckmässigkeit für die Bedürfnisse des Organis ist also nicht sowohl den Nervenfasern selbst als den nervösen Centralorg übertragen. Ein mechanischer Reiz, auf die Continuität des Nerven ausge wie Durchschneiden, Zerren, Druck, Quetschen, bringt Muskelzuckungen h vor, die aber im Allgemeinen ebenso wenig für den Organismus zu leisten v mögen, wie die durch directe Reizung des Muskels entstandenen.

Das Studium der Nervenreize hat den Hauptzweck, den normalen V gang der Nervenerregung von den Ganglienzellen aus zu erklären. In the peutischer Hinsicht ist es weiter nöthig, Nervenreize zu kennen, welche da wenn der Zusammenhang der Nerven mit den Centralorganen gestört und da die Aktion der Nerven und Muskeln gehemmt ist, gestatten, die betreffen Organe zeitweise in Thätigkeit zu versetzen, um sie den schädlichen Einw kungen der Unthätigkeit zu entziehen. Auch für diagnostische Zwecke s derartige Reizungen vonnöthen, um zu entscheiden, ob bei gewissen krankl

Zuständen die Muskel- und Nervenerregbarkeit fortbesteht oder nicht. Zu ärztlichen Zwecken eignet sich vor Allem die electrische Reizung des ven mit Hülfe von Intensitätsschwankungen (z. B. Unterbrechen und liessen) eines electrischen Stromes. Ausgeschnittene Nerven und das kenmark reagiren auch, wie wir sehen werden, auf sehr starke und sehr wache Ströme, die sie in konstanter Intensität längere Zeit durchfliessen (cf. ndes Capitel).

Die chemischen Reize für den Nerven bedürfen einer stärkeren Conration als für den Muskel (Kühne). Als chemische Nervenreize sind concen- Lösungen von Mineralsäuren, concentrirte Milchsäure und Glycerin, lien, Alkalisalze zu nennen. Ammoniak und Metallsalze, die den Muskel en, tödten den Nerven, ohne Zuckungen auszulösen. Auch Wasserentung (durch Salze) und Vertrocknung wirkt bei einem gewissen Stadium end. Höhere Temperaturen tödten den Nerven, eine Temperatur von 40 ° C. erregt ihn hingegen, ohne zu tödten.

ur Erregung des Nerven ist es erforderlich, dass rasch chemische (oder alische) Aenderungen in ihm eingeleitet werden (cf. Muskelreize), die är eine Erhöhung seiner Erregbarkeit hervorrufen. Von hlensäure und vom gasförmigen Ammoniak beobachteten wir bei noren Nerven sogleich Verminderung, resp. Vernichtung der Erregbarkeit, ingen in Folge davon keine Erregung der Nerven hervor. Der Vertrock- und Wärmereiz könnte vielleicht in dem durch die betreffenden Ein- veranlassten Auftreten einer Säure im Nerven beruhen, welche wohl als normale physiologische Reiz des Nerven, sowie der Gangellen und der Muskeln, angesprochen werden kann, da wir sahen, in ihnen eine Säure im Tetanus entsteht. Die rasche Bildung der Säure er Muskelaktion wird auf electrolytischer Zersetzung vom Nerven aus en.

III. Thierische Electricität.

Einundzwanzigstes Capitel.

I. Der Muskel- und Nervenstrom.

In der Betrachtung der Lebenseigenschaften der Muskeln und Ner den mehrfach die electrischen Ströme dieser Organe erwähnt, deren densein und gesetzmässigen Verlauf sowie ihre Veränderung mit dem der Lebensbedingungen der Organe, in denen sie sich finden, von E. REYMOND der Wissenschaft gelehrt wurden. Ein näheres Eingehen a Gegenstand wurde bisher ausgesetzt, weil die betreffenden Erschein innig sie mit dem allgemeinen physiologischen Verhalten der Organe zu hängen, doch ein abgeschlossenes Forschungsgebiet für sich darstelle.

Es liegt uns die Zeit nicht ferne, in der man, anknüpfend an GALV deckungen, die wichtigsten Lebensvorgänge alle als ein Spiel electrisch — electrischer Spannungen, electrischer Ströme — auffassen zu müsse Zum Theil mit grosser wissenschaftlicher Energie wurden an dem G

[redacted]

Zur Geschichte der thierischen Electricität (nach E. du Bois-Reymond).

In keinem Gebiete der Naturforschung hielt sich eine wissenschaftliche Mystik so lange ın dem uns vorliegenden. Hochtrabende Hypothesen, auf mit halbem Auge gesehene Trug- er gestützt, bildeten bis auf unsere Tage die Hauptmasse ihres wissenschaftlichen Mate- s. Die physiologische Electricitätslehre war fast Nichts als eine Reihe mehr oder weniger ächlicher Analogien und daran sich knüpfender Vermuthungen. Als Wissenschaft ist vollkommen neu erst von den Entdeckungen du Bois-Reymond's datirend. Sein Werk: rsuchungen über thierische Electricität, erschien 1848.

Vor der Entdeckung des Galvanismus waren es die statisch-electrischen Erschei- en, die Spannungselectricität, auf welche die Wünsche und Hoffnungen derer gerichtet n, die sich mit Begründung der thierischen Electricität befassten. Man suchte durch a, z. B. an thierischen Theilen: Federn, Pelz, getrockneten Nerven Spannungselectrici- ervorzurufen und glaubte, wenn dies gelang, damit die electrische Natur des Nerven- acipes, wie man die im Nerven wirksame Kraft nannte, erwiesen zu haben. Man zog ei alle erdenklichen Beobachtungen herbei, die oft nicht einmal mit der Electricität im meinen etwas zu schaffen hatten: das Leuchten der Katzenaugen im Finstern, der Glüh- chen, das Blitzen der Augen eines Zornigen etc.

Auch wirklich wissenschaftliche, methodisch angestellte Versuche sind jedoch aus jener zu erwähnen. Man stellte Individuen auf einen Isolirstuhl und untersuchte, ob sich an , auf der Haut, Spannungselectricität nachweisen lasse. Hier steht an der Spitze Saus- der Vater. Er entdeckte keine Regelmässigkeit in den electrischen Erscheinungen und ibt diese richtig der Reibung der trockenen, leicht electrisirbaren Epidermis an den rn, z. B. bei dem Athmen, zu. Hammer und Gardini wollten in einer grossen An- unabhängig von einander gemachter Untersüchungen bei Gesunden als das Normale ve Electricität gefunden haben. In Krankheiten solle diese verschwinden oder sich in ive electrische Spannung umwandeln (1791—1793). Ahrens machte unter Pfaff's Lei- (1817) mit den besten Hülfsmitteln und der grössten Sorgfalt ähnliche Untersuchungen, en er die positive Electricität des gesunden Menschen bestätigte. Abends, bei reizbaren chen, nach dem Genuss geistiger Getränke, ist die Menge der Electricität grösser. Die n sind häufiger negativ electrisch als die Männer, ohne dass man jedoch hierin eine feste efunden hätte. Nasse d. J. hat diese Versuche wiederholt und fand stets auch bei den n positive Electricität, er leitete sie von der mit dem Versuche nothwendig verknüpften ng an der Epidermis ab (1834). In neuerer Zeit sind von Meissner in dieser Richtung che veröffentlicht worden.

Aus allen diesen Beobachtungen geht unstreitig hervor, dass bei Anstellung der betref- en Versuche ein Quell von vornehmlich positiver Electricität gegeben sei. Es scheint, diese aber in der Reibung an den Kleidern und Apparaten beruhe. Man ist nach meinen bachtungen im Stande, den Körper des Menschen auf dem Isolirschemel stehend schein- vollkommen zu entladen und durch Reiben an der trockenen Epidermis, namentlich durch Bürsten der Haare dem Körper eine grössere Summe positiver Electricität wieder rtheilen. Steigt zu einer »vollkommen entladenen« Person eine noch »geladene« auf den irschemel, so strömt auf erstere ein Theil der Electricität der anderen Person über, die ner entladene zeigt sich wieder geladen. Bei dem Wiederherabsteigen der zweiten Person bt die erste in manchen Fällen mit negativer Electricität geladen zurück. Sowie die t feucht wird, z. B. bei stärkerer Körperbewegung, bei feuchter Luft, fehlt alle Spur von nnungselectricität. Die ganze Frage selbst hat darum für die Physiologie wenig oder kei- Werth, weil die Spannungselectricität, wenn auch solche im Körper, wie sehr wahr- einlich ist, sich bilden sollte, beständig mit der Erdelectricität sich ausgleichen muss, so ge keine Isolation stattfindet, so dass sich also nie irgendwie beträchtliche Mengen anhäufen

können. Uebrigens ist die Spannungselectricität zur Hervorrufung von örtlichen Wirku worauf es in den Organismen allein ankommen würde, nicht geeignet.

Auch Blut und thierische Absonderungen wurden auf freie Spannungselectr untersucht, die selbstverständlich erst nach dem Herausnehmen aus dem Körper ents kann, da im Körper die Bedingungen der electrischen Isolation nicht gegeben sind. I und die Fäden der Spinnen fand man negativ electrisch, das Blut positiv.

Die bisher besprochenen electrischen Erscheinungen haben mit dem Lebensvor Nichts gemein. Sie bestehen noch fort nach dem Tode des Organismus. E. du Bois-Re hat das Gebiet der thierischen oder physiologischen Electricität auf nur jene Erschein electrischer Natur beschränkt, welche an Thieren oder an Theilen derselben, so lange im Besitze ihrer Lebenseigenschaften sind, im unmittelbaren Zusam hang der Ursache und Wirkung mit den Vorgängen des Lebens, wahr men werden können. Es gehört demnach zur Definition, dass die fraglichen Erschei mit dem Schwinden des Lebens mitschwinden und erlöschen.

So bleiben denn auch jene Erscheinungen electrischer Ströme in Organismen schlossen als ein eigenes Grenzgebiet, welche nach dem Tode noch fortbestehen, al in dem postulirten Zusammenhang mit dem Leben stehen, aber doch gerade wie Tode schon im lebenden Organismus bestanden haben können. Sie sind als Abgleich gänge von Processen anzusehen, welche durch das Leben eingeleitet wurden. Hie hören die von Alexander Donné entdeckten electrochemischen Strömungen im In Körpers zwischen Absonderungsorganen von verschiedener chemischer Reaktion. Ströme gehen noch fort an den ausgeschnittenen, ja faulenden Eingeweiden von saure alkalischer Beschaffenheit. Es ist noch fraglich (?), ob diese Ströme schon vor de dingungen des Versuches, vor der Verbindung mit dem stromableitenden Bogen vor waren, so dass es wenig zulässig erscheint, sie zur Erklärung für physiologische Vor wie es z. B. der Natur gelingt, saure und alkalische Flüssigkeiten abzusondern, zu ben

Das Wesentlichste in der ganzen Entwickelung der thierischen Electricität vor du Reymond ist die Entdeckung der »Zuckung ohne Metalle« und des sogenannten »Froschstr des electrischen Stromes, der sich an dem Gesammtfrosche zeigt, so lange er im Voll seiner Lebenseigenschaften ist.

Diese Entdeckungen, welche mit der des Galvanismus überhaupt zusammenfalle hören Galvani und der Bologneser Schule an. Im September des Jahres 1786 war Ga mit seinem Neffen Camillo Galvani beschäftigt, die Einflüsse der Luftelectricität, bes des Blitzes, auf das noch jetzt als Galvani'sches Präparat bezeichnete Froschp zu studiren, welches aus den enthäuteten nur durch die Nerven mit dem Rück Rückenmark zusammenhängenden Schenkeln des Frosches besteht. Es wurde, an kupfernen Haken befestigt, an dem eisernen Gitter von Galvani's Landhause, wo suche angestellt wurden, aufgehängt. Sowie sich die beiden Metalle berührten, Zucken des Präparates ein. Galvani kam durch dieses Phänomen auf den Gedanken de rischen Electricität, obwohl dieses mit einer solchen Nichts gemein hatte, sondern vi die Entdeckung der electrischen Ströme war, welche ihren Grund in den Ungleichartig der Metalle haben. Galvani entging dieses Gesetz, und zwar um so leichter, da er Zuckungen eintreten sah, wenn dem Präparate ein Bogen aus einem, wie es schien, voll men gleichartigen Metall angelegt wurde, so dass das Zuckung-Erregende bei diesen suchen nur die im gleichartigen Bogen strömende, abgeleitet thierische Electricität s scheinen konnte.

Volta, der sich anfangs begeistert den Ansichten Galvani's angeschlossen hatte, deckte bei ungleichartigen Metallen — in Galvani's erstem Grundversuch waren es wi wähnt Kupfer und Eisen — den wahren Sachverhalt, dass durch ihre Berührung electri Ströme erzeugt werden, die die Reizung des Froschpräparates hervorgebracht hatten, wies nach, dass auch scheinbar gleichartige Metallbogen aus nur einem Metall durch all scheinbar unverfängliche Kleinigkeiten, wie Rost, Wärmeunterschiede, Politur und Rauh

iedene Härtegrade, wie sie durch ungleiches Hämmern hervorgebracht werden etc., leichartig werden können, dass ein genügend starker Strom entsteht, um das Muskelat zu erregen.

ıtzt erst entdeckte GALVANI den wahren Grundversuch der Electrophysiologie: uckung ohne Metalle, und wurde so der wahre Urheber der neuen Disciplin, die ıer Meinung nach schon Jahre vorher begründet hatte. Er beschreibt diesen Versuch dermassen: »Ich richtete das Thier nach der gewöhnlichen Weise zu, schnitt beide dnerven dicht an ihrer Austrittsstelle aus dem Wirbelcanal ab und trennte beide Beine ınander, so dass jedes mit seinem Nerven gesondert zurückblieb. Sodann krümmte ich ınen Nerven in Gestalt eines Bogens, hob den anderen mit dem gewohnten Glasstäbchen nd liess ihn auf den von dem anderen gebildeten Bogen in der Weise fallen, dass er ı in zwei Punkten traf, deren einer der Querschnitt des ruhenden Nerven war. ıh das Bein des fallenden Nerven und manchmal auch beide Beine zucken. Der Versuch t, wenn beide Beine vollständig isolirt sind und durchaus keine andere Verbindung mit der haben, als durch die Berührung der Nerven auf die vorbeschriebene Weise. Welche chartigkeit wird hier nun zur Erklärung zu Hülfe genommen werden, wo die blossen n mit einander in Berührung kommen?«

er Bogen, den GALVANI in diesem Falle den Nerven anlegte, war der Nerv des anderen . Er leitete durch ihn wirklich einen electrischen Strom ab zwischen Querschnitt inem Punkte der Längsoberfläche des Nerven, wodurch die Zuckung e. Damit war der Sachverhalt angedeutet, der sich nach den Untersuchungen E. DU EYMOND's zur Gesetzmässigkeit des Muskel- und Nervenstromes entwickelte.

ıLTA blieb mit Unrecht auch diesem Experimente gegenüber zweifelnd. Er suchte auch das er erst als durch den mechanischen Reiz des Auffallens entstanden ausschliessen nen glaubte, später, als er die Unzulänglichkeit dieser Erklärung einsehen gelernt hatte, Wirkung ähnlicher zufälliger Ungleichartigkeiten der Präparationsmethode entstamu erklären, wie sie bei der Anlegung von Metallen als der Grund electrischer Ströme n erkannt worden war.

ıch GALVANI's Tode (1798) kam trotzdem, dass sein Neffe ALDINI und ALEXANDER VON DT die Untersuchungen aufgenommen hatten, die ganze Frage besonders dadurch, dass ben so bedeutenden Namen unberufene Hände eingemischt hatten, mehr und mehr in edit, bis 1827 LEOPOLDO NOBILI die electromagnetische Wirkung des Froschstromes n electrischen Multiplikator, dem er durch Anwendung der astatischen Dopdel einen bis dahin ungeahnten Grad von Empfindlichkeit für den electrischen Strom hatte, darthat. Schon VOLTA hatte gezeigt, dass man den GALVANI'schen Grundversuch och in anderer als der von dem Entdecker angegebenen Weise demonstriren könnte. wiederholte diesen VOLTA'schen Versuch, in dem ein GALVANI'sches Präparat, mit Wirle und Füssen in je ein Gefäss mit Wasser oder Salzlösung getaucht, zuckt, wenn en den beiden Gefässen mit einem Asbest- oder Baumwollendocht geschlossen wird. er in die Gefässe mit Salzwasser auf ihre Gleichartigkeit geprüfte Platinenden eine, die mit seinem Multiplikator verbunden waren, erhielt er eine Nadelablenkung, die Strom von den Füssen nach dem Kopfe oder von den Muskelmassen der Beine m Rückgrate anzeigte.

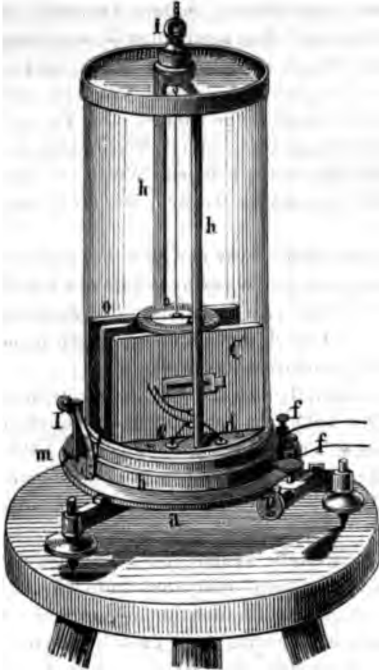
ie Versuche von MATTEUCCI, an welche sich die Entdeckungen DU BOIS-REYMOND's ansen, brachten vor Allem den neuen Beweis, dass die Nerven, auf deren Vorhandensein Verth gelegt hatte, zu dem Entstehen des electrischen Stromes des Gesammtfrosches ıig sind, so dass die Stromentwickelung auf den Muskel sich beziehen liess, die MATmit den electrischen Apparaten mancher Fische verglich.

n Januar 1843 erschien DU BOIS-REYMOND's »Vorläufiger Abriss einer Unterung über den Froschstrom und die electromotorischen Fische«, dem ıre 1848 der erste Band der »Untersuchungen über thierische Electricität«

Zur Methode.

Das erste Erforderniss zum Nachweis so zarter electromotorischer Eigensc die Ströme der Nerven, sind ausser einem, nach E. du Bois-Reymond's Vorgar Multiplikator (Fig. 175) mit sehr vielen Windungen — bis 32000 — mit mögli tischem Nadelpaare noch gleichartige Electroden, um vor Strömen, a gleichartigkeiten der Multiplikatorende gend, sicher zu sein. Du Bois-Reymon larisirbare Electroden, Zinkt concentrirter Zinkvitriollösung gefüllt, e dem Bedürfniss vollkommen. Sie sind leicht galvanisch gleichartig zu erhalte men auch unter der Einwirkung der mit geprüften Electromotore keine Polari welche, den primären Strömen entgegen richtete Ströme erzeugend, Versuche Zartheit, wie die in Frage kommenden, zu stören, in manchen Fällen sogar zu v mögen. Papierbäusche, welche i vitriollösung tauchen und sich mit ih —, bedeckt mit feuchten Thonblättch dem Zweck mit den Händen aus plasti 1% Kochsalzlösung getränktem Thone g den, — dienen dazu, die auf ihre ele schen Eigenschaften zu prüfenden Gebil lich mit dem Multiplikator, dessen Dr Zinktröge metallisch eingefügt sind, zu In den unpolarisirbaren Electroden hat schaft ein Mittel, auch äusserst gerínge das Auge sichtbar, in ihrer Intensität machen.

Fig. 175.



du Bois-Reymond's Multiplikator.

In neuerer Zeit werden neben de kator mit astatischem Nadelpaare für electrische Versuche auch vielfach Mult anderer Construction, z. B. Meissner's trogalvanometer oder die Wiedemann'sche Bussole benutzt, welche beide a Nadeln schwerere ringförmige Magneten besitzen, welche durch genäherte Magnet tisch oder besser noch aperiodisch (E. du Bois-Reymond) gemacht werden. Bei bei menten geschieht die Beobachtung mit Scala und Fernrohr.

Die Multiplikatoren in dieser Weise angewendet haben Manches vor dem früh schliesslich zum Nachweis der thierischen Electricität benutzten Froschschenke dazu gehörigen Ischiadnerven, dem Froschpräparat, voraus, welches man nun nicht oben angegebenen Weise Galvani's, sondern so herstellt, dass an dem enthäuteten U kel der Ischiadnerv in seiner ganzen Länge bis zum Wirbelcanal erhalten wird. prüfende Froschschenkel, das physiologische Rheoskop, ist durch den M jedoch durchaus nicht aus der Untersuchung der electrischen Gewebseigenschafte Es hat den bemerkenswerthen Vorzug vor dem Multiplikator, dass es plötzlich vorübergehende Schwankungen in der Intensität galvanischer Ströme noch durc tretende Zuckung zur Erscheinung bringt, auf welche die Multiplikatornadel oder c durch das ihnen innewohnende Trägheitsmoment verhindert, nicht zu antworten Wir werden Gelegenheit finden, mit dem Multiplikator gewonnene Resultate mit prüfenden Froschschenkel einer näheren Analyse zu unterwerfen.

› Erscheinungsweise des ruhenden Muskel- und Nervenstroms.

ınt man nach E. du Bois-Reymond aus einem frischen, parallelfas-
luskel ein beliebig dickes oder dünnes Faserbündel und begrenzt
dem einen Ende mit einem senkrecht auf die Faserrichtung geführten
›inem Querschnitt, legt dann die beiden unpolarisirbaren Electro-
s empfindlichen Multiplikators so an das Muskelstück, dass die eine
nkt der Längsoberfläche, die andere einen Punkt des Querschnit-
ırt, so erfolgt eine Ablenkung des astatischen Magneten, welche einen
ıen Strom: den starken Strom anzeigt. Derselbe geht in dem ab-
Bogen — den Electroden, Drähten und dem Multiplikator — vom
nitt des Muskels zum Querschnitte, im Muskel selbst also vom
hnitt zum Längsschnitt. Es verhält sich der Längsschnitt
gegen den Querschnitt.
erhält Ströme: schwache Ströme, wenn man zwei zu dem idealen
ı Querschnitt des Muskels oder Muskelstücks, dem Aequator, un-
sch gelegene Punkte des Längsschnittes in der angegebenen
it dem Multiplikator verbindet. Die Ströme verlaufen im Muskel
n dem Querschnitt näher gelegenen Ableitungspunkt
dem Aequator näher gelegenen Ableitungspunkt oder
uator selbst. Auch der (künstliche) Querschnitt zeigt solche
he Ströme. Zwischen zwei unsymmetrisch zur Axe, d. h. seinem
ittelpunkt, gelegenen Punkten zeigt sich ein Strom, der im Muskel
ı der Axe näher gelegenen Punkt oder der Axe selbst zu dem
· Axe entfernteren (dem Längsschnitt näheren) Punkte ver-
Dem Querschnitt näher gelegene Punkte verhalten sich electromotorisch
ı entfernteren analog wie Punkte des Querschnitts, sonach verhalten
die dem Längsschnitt näheren Punkte des Querschnitts zu entfernter
legenen analog wie Punkte des Längsschnitts, so dass das Gesetz der
›n Stromentwickelung des Muskels als ein einheitliches erscheint.
igungsströme cfr. S. 741.
Strom ist im Allgemeinen um so mächtiger, je dicker und länger das
ıck ist, von dem man ihn ableitet.
starken Strom erhält man auch, wenn man statt des künstlichen Längs-
den natürlichen, die natürliche Längsoberfläche des Muskels mit der
ctrode verbindet. Man braucht also zum Nachweis des gesetzmässig
›n Stromes nur an einem unversehrt heraus präparirten Muskel einen
itt anzulegen und Längsoberfläche und Querschnitt mit den Multiplika-
zu verbinden. Wie es am Muskel einen natürlichen Längsschnitt gibt,
ıch einen natürlichen Querschnitt: die Sehne, von der aus
ıso wie von dem künstlichen Querschnitt Ströme in gesetzmässiger
erhält. Die Sehne ist negativ gegen die Längsoberfläche ihres Muskels,
r oft weit schwächer als der künstliche Querschnitt (wegen der par-
motorischen Schicht cf. unten).
; wie der Muskel verhält sich der Nerv, das Gesetz des Muskel-
ist auch das Gesetz des Nervenstroms. Die Ströme am
›n Querschnitt, die unten zu besprechenden Neigungsströme, ebenso

ein wahrer natürlicher Querschnitt sind beim Nerven jedoch noch r gewiesen.

Du Bois-Reymond selbst fasst (1848) das Gesetz des Muskelstromes in folgen sammen:

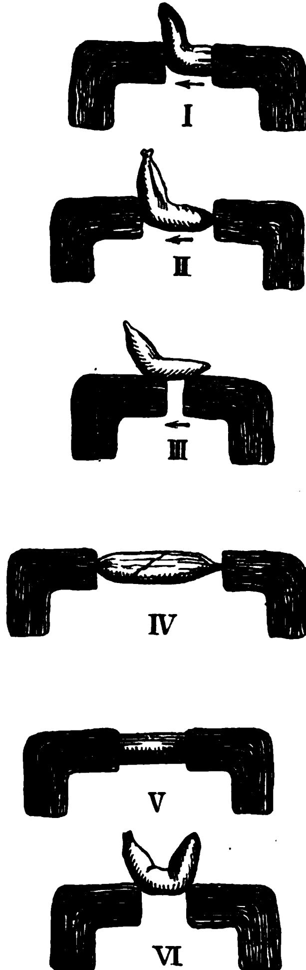
E. du Bois-Reymond's Gesetz des Muskel- und Nervenstrome

I. Wirksame Anordnungen.

A. Starke Ströme.

Wird ein beliebiger Punkt des natürlichen oder künstlichen Längsschnitte kels mit einem gleichfalls beliebigen Punkt lichen oder künstlichen Querschnittes des kels dergestalt in Verbindung gebracht, d keine electrische Spannung gesetzt wird, in den unwirksamen leitenden Bogen e stromprüfende Vorrichtung gleichwohl ein der von dem Punkte des Längsschnittes in d dem Punkte des Querschnittes gerichtet ist.

Fig. 176.



Ableitung des Muskelstromes. I, II, III wirksame Anordnungen; IV, V, VI unwirksame Anordnungen; I Querschnitt und Längsschnitt; II Sehne und Längsschnitt; III zwei vom Aequator verschieden weit abliegende Punkte des Längsschnittes. IV zwei Sehnen (natürliche Querschnitte). V zwei künstliche Querschnitte. VI zwei symmetrisch zum Aequator gelegene Punkte.

B. Schwache Ströme.

a. Ströme des Querschnitts (am Nerven nicht nachgewiesen)

Wird ferner ein Punkt eines natürlicher lichen Querschnittes eines Muskels auf d Weise in Verbindung gebracht mit einem an desselben Querschnittes, oder einem Punk deren natürlichen oder künstlichen Quers selben Muskels, den wir als Cylinder der und sind beide Punkte von dem Mittelpunkt die die senkrecht auf die Axe des Cylinde Querschnitte darstellen, ungleich weit entfe die stromprüfende Vorrichtung abermals an, der aber viel schwächer ist als der vor und von dem weiter vom Mittelpunkte Punkte, in dem Bogen, zu dem ihm näher g richtet ist.

b. Ströme des Längsschnittes.

Wird drittens ein dem geometrisch mit schnitte des Cylinders, den der Muskel vor gelegener Punkt des natürlichen oder künstli schnittes auf die nämliche Weise in Verbind mit einem entfernter von jenem Querschni Punkte des natürlichen oder künstlichen Lä desselben Muskels: so zeigt die stromprüfen tung abermals einen Strom an, der viel sc als zwischen beliebigen Punkten des natür künstlichen Längs- oder Querschnittes, de verschiedenen Punkten eines oder zweier oder künstlichen Querschnitte aber an St kommt, und von dem dem mittleren Quersc gelegenen Punkte in dem Bogen zu dem da teren gerichtet ist.

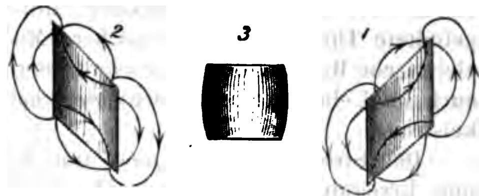
II. Unwirksame Anordnungen.

Die stromprüfende Vorrichtung bleibt hingegen in Ruhe, wenn die beiden durch den un-samen leitenden Bogen verbundenen Punkte auf einem oder zweien natürlichen oder lichen Querschnitten gleichen Abstand vom Mittelpunkte, oder auf dem natürlichen oder lichen Längsschnitte gleichen Abstand vom mittleren Querschnitte haben.

III. Neigungsströme.

In den Jahren 1865 und 1866 hat E. du Bois-Reymond noch eine weitere Art der Ströme en gelehrt, die Neigungsströme, deren Gesetz er folgendermassen darstellt: chtet man einen cylindrischen Muskel durch zwei parallele, schräg gegen die Axe ge-Schnitte so zu, dass die Durchschnittsfigur einer durch die Axe senkrecht zu den en gelegten Ebene ein Rhombus ist, so entfaltet der Muskel neue electromotorische haften. Die Punkte der Muskeloberfläche nahe den beiden stumpfen Rhombus-verhalten sich nämlich stark positiv gegen die Punkte nahe den beiden spitzen busecken, gleichviel ob die Punkte dem Längsschnitt oder den schrägen Quer-n angehören. Der Gegensatz en Längs- und Querschnitt be-dabei fort, aber wegen der Schräge letzteren in geringerem Maasse. o bestehen fort am Längs- und chnitt die sogenannten schwachen e vom Aequator nach den Grenzen hen Längs- und Querschnitt, von Grenzen nach den Polen. Die ngsströme summiren sich al-ch zu den Strömen vom Längs-erschnitt und zu den schwachen n am Längs- und Querschnitt. Nicht nur die letzteren, sondern wegen ihrer Schwä-In Folge der Neigung des Querschnittes auch die ersteren Ströme unterliegen dabei den Neigungsströmen, so dass der Strom zwischen einem Längsschnittpunkte nahe einer Rhombusecke und einem Querschnittspunkte nahe einer stumpfen Rhombusecke nicht, nach dem Gesetz des Muskelstromes sollte, ausnahmslos von ersterem zum letzteren , sondern zuweilen umgekehrt fliesst. Ja, so gross ist die den Neigungsströmen zu liegende electromotorische Kraft, dass man dieselben sogar über den Strom zwischen hnitt und senkrechtem Querschnitt siegen sieht. Am Gastrocnemius des Frosches (und r Thiere) treten wegen seiner schräg über einander gelagerten Muskelbündelansätze r Sehne natürliche Neigungsströme auf. Ebenso entstehen Neigungsströme, man einen Muskelwürfel rhombisch dehnt (Fig. 177).

Fig. 177.



1, 2 Darstellung der Neigungsströme. 3 Muskelwürfel, der durch Dehnung zum Rhombus werden kann.

Die electromotorische Kraft der starken Muskelströme beträgt beim hmuskel 0,08 Daniell, die Kraft der Neigungsströme steigt über 0,1 Daniell.

ie electromotorische Kraft der Nerven und Muskeln ist abhängig von der Eigentempe-dieser Organe. Nach J. Steiner steigt die electromotorische Kraft des Nervenstroms bei llmähligem Erwärmen von 2° C. aufsteigend bis zu 14—25° C., wo sie mit etwa 11% ung ihr Maximum erreicht, darüber hinaus nimmt sie wieder ab. Für den Muskelstrom osches beträgt die Steigerung etwa 25% der anfänglichen electromotorischen Kraft, bei 0° also der Grenze seiner Wärmestarre sehr nahe liegend. Bei rascher Erwärmung t die electromotorische Kraft in beiden Organen stets sofort ab.

Der electrische Strom gehört zu den wichtigsten Lebens-nschaften des Muskels und Nerven. Er ist nur dem lebenden,

leistungsfähigen Muskel eigen. Nach dem Tode des Thieres nimmt di der Ströme seiner Muskeln nach und nach ab, und diese erlöschen wenn sich die Todtenstarre des Muskels vollkommen ausgebildet ha merkwürdige Erscheinung zeigt der Strom noch oft vor seinem gänzli löschen: eine Umkehr der Stromesrichtung, so dass sich de schnitt des Muskels nun negativ gegen den Querschnitt verhält. DU I MOND hat den wesentlichen Zusammenhang des Muskelstromes mit den Lebenseigenschaften des Muskels noch durch eine Reihe anderweitig sachen erhärtet: Alles Uebrige gleich gesetzt, ist der Strom um so st leistungsfähiger der Muskel ist. Er erlischt bei Säugethie früher als bei Fröschen, bei den Vögeln noch früher als bei ersteren. klärt sich dieses aus dem früheren oder späteren Auftreten der Todt Daher erlischt er auch nach Strychninvergiftung, nach welcher BRÜCK früher als bei anderen Todesarten die Todtenstarre eintreten sah, wei nach anderen den Muskel nicht wesentlich alterirenden Arten der Durch Verbluten oder Erstickung, durch Vergiftung mit Schwefelw getödtete Thiere zeigen schwächere Muskelströme als gesunde. An electrische Reizung des ausgeschnittenen Muskels, die dessen Leistungs auch im Uebrigen rasch vernichtet, hat auch denselben Erfolg auf kelstrom.

Der Strom zwischen Quer- und Längsschnitt des Muskels ist s nug, Erregung eines angelegten Nerven zu erzeugen, durch passende ung genügt der Muskelstrom auch, um den eigenen Muskel zur Zu bringen, wie HERING in einem eleganten Versuche demonstrirte. Der strom wurde zwischen Quer- und Längsschnitt in derselben Wei von GALVANI zur Hervorrufung von Muskelzuckungen benützt (S. 737); gelingt dieser Versuch der Erregung eines angelegten Nerven durch de den Nervenstrom eines anderen Nerven, wenn ein Froschnerv mit M Quer- und Längsschnitt des stark electromotorisch wirkenden Hed rius angelegt wird. (KÜHNE, STEINER.)

Negative Schwankung des Muskel- und Nervenstroms und die Lei geschwindigkeit der Erregung.

Wir haben in vorausgegangenen Betrachtungen den Muskelstrom Beweis dafür erkannt, dass in dem ruhenden motorischen Organe scho dig Kräfteentwickelungen vor sich gehen, die in ihrem letzten Gr organischen Oxydationsvorgängen beruhen. Der arbeitende Muskel z in letzterer Beziehung Verschiedenheiten von dem ruhenden, von den so wesentlich in seiner Kräftevertheilung unterscheidet.

E. DU BOIS-REYMOND hat bewiesen, dass sich das electromotorisch ten des Muskels und der Nerven während ihrer Thätigkeit wesentlich den verhält von dem in ihrem ruhenden Zustand zu beobachtenden.

Die thätigen Muskeln und Nerven zeigen **eine Abnahm gative Schwankung** ihres am Multiplikator ableitbaren electr Stromes.

.iegt der Muskel mit Quer- und Längsschnitt auf den Bäuschen der un-isirbaren Electroden des Multiplikators, so wird, wie wir gesehen haben, agnetnadel durch den Muskelstrom abgelenkt. In dem Augenblicke, in iem der Muskel vom Nerven aus irgendwie durch physiologischen, che-ien, mechanischen oder electrischen etc. Reiz in tetanische Zusammenzie-gebracht wird, schwingt die Nadel zurück, durch den Nullpunkt hindurch eigt meist einen beträchtlichen Ausschlag in den entgegengesetzten Qua-en der Theilung, auf welcher die Nadel spielt.

Neuerdings unterscheidet E. du Bois-Reymond zwischen der negativen mschwankung, d. h. Veränderung des im Ableitungsbogen beobach-Stromes und einer electrischen Kraftschwankung des gereizten Mus-Unter letzterer versteht er die die negative Stromschwankung verursachende erung in der electromotorischen Kraft- oder Spannungsdifferenz der zur nableitung benützten Punkte am Muskel und Nerven. Die grössten Werthe ie Kraftschwankung am längsfaserigen Muskel während des Tetanus ıg nach seinen Messungen 0,4 des ruhenden Stromes. Relativ viel stärker, absolut kleiner findet er die negative Schwankung, wenn der Strom vom lichen Querschnitt, d. h. von der Sehne abgeleitet wird. Künstliche Mus-omben, aus einem parallelfaserigen Muskel hergestellt, zeigen die negative ankung in normaler Weise.

)ie negative Stromschwankung ist am Multiplikator nur für die teta-he Erregung des Muskels nachzuweisen. Es war sehr wichtig, zu er-ı, ob ebenso wie der Tetanus auch die einfache Zuckung mit einer negati-tromschwankung verbunden sei. Es reicht zu dieser Entscheidung Nadel Magnet des Multiplikators nicht aus, ihrer bedeutenden Trägheit wegen, e verhindert, auf momentane Stromschwankungen zu antworten. Hier las physiologische Rheoskop, der stromprüfende Froschschenkel, als In-ent ein.

.egt man an Quer- und Längsschnitt eines Muskels einen Nerven eines prüfenden Schenkels an, so zuckt letzterer in dem Momente, in welchem ste Muskel zur einfachen Zuckung gereizt wird: secundäre Zuckung Muskel aus, zum Beweise, dass auch bei der einfachen Zuckung eine derung in der Intensität seines Stromes wie bei dem Tetanus erfolgt. man den Muskel zum Tetanus, während der stromprüfende Schenkel in ›en angegebenen Weise anliegt, so verfällt letzterer in Tetanus: secun-r Tetanus. Der Tetanus tritt, wie bekannt, nur dann ein, wenn rasch nander folgende Reize, z. B. rasch auf einander folgende Intensitätsschwan-›n eines electrischen Stromes auf Muskel oder Nerv einwirken. So er-sich also aus diesem Versuche, dass die scheinbar einfache, lineare ıme der Stromstärke bei dem Tetanus, wie sie sich am Multiplikator als ive Schwankung zeigt, zusammengesetzt ist aus vielen rasch auf einander ıden Stromschwankungen nach auf- und abwärts, die aber so rasch erfol-dass der Multiplikator auf jede einzelne nicht zu antworten vermag, und ı nur ihre Resultirende als eine fortschreitende Abnahme aufzeichnet. Der us des Muskels besteht also aus einzelnen Zuckungen, deren jeder eine ive Schwankung von sehr kurzer Zeitdauer entspricht.

So war es denn durch du Bois-Reymond erwiesen, was die Wissenschaft so

lange vergeblich gesucht hatte, dass die Krafterzeugung im Muskel au nigste an electrische Vorgänge geknüpft ist.

Doch wie ganz anders hatte sich die Sache gestaltet, als man erwar Es schien nahe zu liegen, dass die electrischen Ströme, die man im O voraussetzte, in dem Gehirne entständen, von dem man die Wille durch die Nerven den Muskeln mitgetheilt sah, mit einer Schnelligkeit sie allein der Electricitätsfortpflanzung zuschreiben zu können glaul Mittheilung schien in der Weise zu erfolgen, wie die Bewegungen in graphenapparat. Im Gehirne hatte man sich eine galvanische Batteri die ihre Ströme durch die Nerven als die Leiter der Electricität dem dem Schreibapparate analog — zusendet.

Durch die Entdeckung, dass die Muskeln selbst Electromotoren allen derartigen Theorien die Spitze abgebrochen. Auch die Nerven sich nicht mehr als einfache Leiter einer Gehirnelectricität denken. Im fähigen Nerven kreisen, nach dem gleichen Gesetz wie im Muskel, bis Absterben die electrischen Ströme. Je leistungsfähiger der Nerv grösser ist die Intensität seiner electromotorischen Kraft. Es ist als gleich mit einem leitenden Drahte und dem Nerven schon dadurch weisen, dass man ein eigenthümliches electromotorisches Verhalten an gefunden hatte, das nicht zu dem Wesen des ersteren gehört.

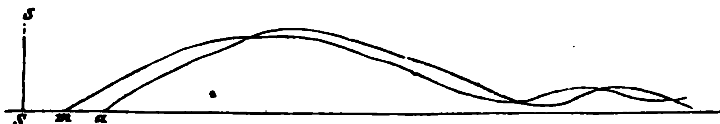
Auch das lang geträumte bessere electrische Leitungsv der Nerven gegenüber den anderen thierischen Geweben stellte si Täuschung heraus. Die feuchten Gewebe, mit Ausnahme der Knoc alle etwa gleich gut oder vielmehr gleich schlecht: etwa 3 Millionen M ter als Quecksilber (J. Ranke). Die vermuthete electrische Isolatio veninnern durch die ölige Markscheide liess sich nicht erweisen. I eignen sich nicht zu einfachen Leitern electrischer Ströme im Or Letztere haben keinen Grund, gerade die Nerven als Bahnen zu w verbreiten sich nach allen Richtungen ziemlich gleichmässig wegen d solut gleichen Leitungswiderstandes aller animalen Gewebe, von den Oberhaut des menschlichen Körpers eine Ausnahme macht, indem si trische Ströme der mangelnden Feuchtigkeit wegen beinahe vollko durchgängig ist.

Helmholtz, dem es schon gelungen war, die Muskelzuckung raschen Verlaufes in mehrere Phasen zu zerlegen, gelang es auch, desselben Instrumentes, das zu jenen Versuchen gedient hatte, mit beschriebenen Myographion, die **Fortpflanzungsgeschwindigkeit der E Nerven** direct zu messen, die vermöge ihrer scheinbar blitzähnlichen vor Allem den Gedanken an vom Gehirn durch die Nerven geleitete e Ströme hervorgerufen und erhalten hatte. Indem Helmholtz an zw nach einander den Nerven eines an dem Myographion zeichnenden Mu S. 704) reizte, bemerkte er, dass die beiden auf dem berussten Gla gezeichneten Curven, die den beiden Reizungen entsprechen, sich ni ten, sondern dass die von einem vom Muskel entfernteren Nervens erregte Zuckung um ein Messbares sich verspätet hatte gegen die vo Muskel näheren Nervenstelle aus (Fig. 178). Die graphische Methode wie wir oben angaben, den linearen Abstand des Anfanges beider

ect als Zeit zu messen, der Abstand der beiden gereizten Nervenstellen von ander konnte ebenfalls in einfacher Weise gemessen werden. Damit waren erforderlichen Daten für die Berechnung der Leitungsgeschwindigkeit im ven gegeben.

Die am motorischen Froschnerven beobachteten directen Werthe der ngsgeschwindigkeit sind 26—27 Meter in der Secunde; für den motorischen ven des lebenden Menschen fanden sie Helmholtz und Baxt nach einer ähn-

Fig. 178.



SS Ort der Reizung des Nerven. *m* Anfang der ersten Curve, Reiz an der ersten Nervenstelle. *a* Anfang der zweiten Curve, Reiz an der entfernteren Nervenstelle.

n Methode im Mittel etwa zu 40 Meter. Die Leitungsgeschwindigkeit in den sibeln Nerven ist etwa die gleiche. Die Electricität pflanzt sich in einer nde nach Wheatstone's Messungen um 288 000 englische Meilen fort. So er- auch dieses Experiment deutlich, dass die Erregung im Nerven nicht als eine che electrische Leitung in ihm gedacht werden dürfe. Es ist die Leitung Erregung im Gegensatze zu der aprioristischen Annahme eine verhältniss- ig langsam fortschreitende Molekularbewegung.

Um die vergleichsweise Langsamkeit der Bewegung der Nervenerregung aulich zu machen, entnehmen wir du Bois-Reymond folgende Tabelle.

Geschwindigkeit der Bewegung:	Meter in einer Secunde:
der Electricität (Wheatstone's)	464 000 000
des Lichtes	300 000 000
des Schalles in Eisen	3 485
- - - Wasser	1 435
- - - Luft	332
einer Sternschnuppe	64 380
der Erde bei ihrer Bewegung um die Sonne	30 800
der Erdoberfläche am Aequator	465
einer Kanonenkugel (S. Haughton)	552
des Windes	1—20
des Adler-Fluges (Simmler)	35
der Lokomotive	27
der Jagdhunde und Rennpferde	25
der Nervenerregung	26—30
der Hand, einen Stein 24 m 5 hoch werfend	21,9
der Muskelzusammenziehung	0,8—1,2
der Welle des Arterienrohres (Puls)	9,25
des Blutes in der Carotis eines Hundes	0,2—0,3
- - - den Kapillargefässen	0,0006—0,0009
der Theilchen, welche durch Flimmerhaare bewegt werden	0,00007

Helmholtz bestätigte seine Resultate über die Geschwindigkeit der Erregungsleitung Nerven mittelst Pouillet's Methode, mit Hülfe des electrischen Stroms kleine Zeiten zu

messen. Ein Strom von bestimmter Stärke lenkt die Magnetnadel (den Magneten) ein sole, eines Multiplikators, wenn er konstant um dieselbe geleitet wird, um eine be Winkelgrösse ab. Wirkt aber der gleiche Strom auf die Magnetnadel nur eine seh Zeit ein, so kann er dieselbe nicht ebenso weit ablenken, als wenn er die volle Entfaltung seiner Wirkung besessen hätte. Kennt man die Schwingungsdauer der ve ten Magnetnadel und die konstante Ablenkung, welche eingetreten wäre, wenn der dete electrische Strom sie dauernd umkreist hätte, so kann man damit und aus der e tenen geringeren Ablenkung, welche durch einen sehr kurz dauernden Strom erfo Zeit berechnen, während der der Strom um die Magnetnadel kreiste. HELMHOLTZ seine Bestimmung der Erregungsleitung den electrischen Strom, der zur Erregung (ven und Muskels diente (einen Inductionsschlag), in demselben Augenblick in den Multi kreis eintreten, in welchem er auf den Nerven einwirkte. Durch die Contraction des wurde der Multiplikatorkreis geöffnet, so dass der Strom nur so lange um die Mag kreisen konnte, als die electrische Erregung des Nerven Zeit bedurfte, um die Muskel hervorzurufen. Reizte HELMHOLTZ an einem vom Muskel entfernteren Punkte den Ne war die Ablenkung der Nadel eine grössere, als wenn der Nerv direct an seiner Eintri in den Muskel gereizt wurde. Die Differenz beider, aus den Ablenkungen zu berech Zeiten, ist gleich der Zeit, welche die Erregungsleitung in der durchflossenen Nerven von der oberen bis zu der unteren Reizstelle bedurfte.

Für die Fortpflanzung der Erregung im menschlichen sensiblen Nerve früher HELMHOLTZ die Geschwindigkeit ziemlich viel grösser als im Froschnerven ang zu 60 Meter in der Secunde. SCHELSKE, HIRSCH, DE JAAGER fanden sie um die Hälfte zu etwa 30 Meter, KOHLRAUSCH dagegen ziemlich viel grösser als HELMHOLTZ, zu etwa 9 in der Secunde. Die Methode der Bestimmung besteht im Allgemeinen darin, dass (ment der sensiblen Reizung objectiv bezeichnet wird, während der Mensch die su Reizempfindung selbst markirt. Die Differenz kann nach verschiedenen Methoden ge werden. Die Zeitdifferenz fasst die Zeiten in sich, welche zur Leitung der sensiblen E zum Gehirn, zur Uebertragung derselben auf den motorischen Nerven und zur Le demselben erforderlich sind. Reizt man nun bald an einer dem Centralorgan näher, einer messbar entfernter gelegenen Nervenstrecke = Hautstelle, so lässt die Veränder obigen Differenz, bezogen auf die veränderte Nervenlänge, die Leitungsgeschwindig nähernd berechnen. DONDERS machte auf die Fehlerquellen bei diesen Versuchen aufm An den motorischen Nerven des Menschen bestimmten HELMHOLTZ und BAXT die Leitung in der Weise, dass sie die Verdickung der Daumenmuskulatur bei der C tion direct auf das Myographion aufschreiben liessen, indem sie am Arm bald eine entf bald eine nähere Nervenstelle reizten. Sie fanden hiebei, dass stärkere Reize sich fortpflanzen als schwächere.

PFLÜGER gibt an, dass im Allgemeinen die Erregung von einer vom Muskel entfe Nervenstelle aus einen höheren Erfolg hat als von einer ihm näher gelegenen. Er nen Erscheinung: ein lawinenartiges Anschwellen des Reizes und sucht es durch fortsch Kräfteauslösungen in den einzelnen Nervenmolekülen, wodurch in jedem folgend grössere Kräftesumme frei wird, anschaulich zu machen. Nach H. MUNK geschieht d pflanzung der Erregung mit abnehmender Geschwindigkeit.

Es ist für die Leitung der Erregung im Nerven eine unerlässliche Bedi dass zwischen dem erregten Punkte und dem Endorgane, in dem der Erfo Erregung auftreten soll, der Nerv überall vollkommen intakt ist. Jed letzung in seinem Verlaufe, z. B. durch Zerschneiden, auch wenn die S enden wieder mit einander in directe Berührung gebracht sind, oder Quetschen, Unterbinden, Brennen, chemisches Zerstören, Anätzen, unter

die Leitung der Erregung vollkommen, obwohl diese Eingriffe die Leitung eines electrischen Stromes nicht oder kaum beeinträchtigen.

Alle das Leistungsvermögen des Nerven verändernden Bedingungen verändern auch sein Leitungsvermögen; das Durchleiten electrischer Ströme durch den Froschnerven in auf- oder absteigender Richtung (v. Bezold), ebenso Kälte und manche andere Einflüsse setzen das Leitungsvermögen des Nerven herab. Helmholtz und Baxt konstatirten, dass die Werthe für die Erregungsleitung der motorischen Nerven des lebenden Menschen in sehr weiten Grenzen schwanken mit der Temperatur der in Frage kommenden Organe. Erwärmten oder erkälteten sie den Arm künstlich, an dem sie experimentirten, so bekamen sie Werthe für die Erregungsleitung, die sich um das Doppelte unterschieden: 30,5 bis 89,5 m in der Secunde. Dasselbe gilt, wie es scheint, auch für die sensiblen Nerven.

Die Erregungsleitung im Nerven ist ziemlich viel schneller als der analoge Vorgang der **Erregungsleitung im Muskel.** Für die Beobachtung mit unbewaffnetem Auge breitet sich, wenn nur eine beschränkte Stelle eines Muskels in den thätigen Zustand versetzt wird, die Contraction scheinbar sofort auf die ganze Länge der betroffenen Fasern aus. In Wahrheit verläuft dieser Vorgang mit einer so geringen Geschwindigkeit, dass man die Contraction in Form einer Welle über den Muskel unter dem Mikroskop hinlaufen sieht (Kühne). Directe Messungen ergaben diese Geschwindigkeit zu 800 bis 1200 mm in der Secunde für Froschmuskeln (Aeby, v. Bezold). Bernstein macht eine etwas grössere Geschwindigkeit zu etwa 3 m in der Secunde wahrscheinlich. Kälte verzögert auch die Erregungsleitung im Muskel.

Der Erregungsvorgang im Nerven ist nach dem Beigebrachten also keine einfache Leitung eines electrischen Stromes. Vollkommen dunkel war dieser Vorgang, der Zustand der Nerventhätigkeit, welchen am Nerven keine Bewegung gröberer oder feinerer Art für das Auge sichtbar macht, bis E. du Bois-Reymond die Entdeckung machte, dass in dem scheinbar vollkommen ruhigen Organe, während er den Muskel oder die Drüse zur Thätigkeit reizt oder während er Empfindung vermittelt, eine deutliche Veränderung bezüglich einer seiner Hauptlebenseigenschaften, seines electrischen Stromes sich bemerklich macht. Ist schon der Nervenstrom an sich ein nur mit den besten experimentellen Hülfsmitteln nachweisbares Phänomen, so ist die Demonstration der negativen Schwankung des Nervenstromes der zarteste thierisch-electrische Versuch. Das Phänomen ist der negativen Schwankung des Muskelstromes während seiner Thätigkeit vollkommen analog. Während der Nerv Spannkräfte des Muskels auslöst, nehmen seine am Multiplicator wahrnehmbaren electromotorischen Wirkungen ab. Die negative Schwankung des Nervenstromes ist vollkommen rein nur bei Reizung des Nerven auf nicht electrischem Wege zu erhalten, weil sich bei electrischer Reizung stets secundäre Einflüsse der electrischen Ströme auf den gereizten Nerven (Electrotonus S. 753) geltend machen (J. Ranke), trotzdem gelingt die Demonstration der Abnahme der electromotorischen Wirkungen wenigstens bei lebensfrischen Nerven mit Hülfe tetanisirender electrischer Reizung, sicher mit dem Inductionsapparate — dem du Bois-Reymond'schen Schlitten-Magnetelectromotor. — Die Fähigkeit, die negative Stromschwankung zu zeigen, ist eine der wichtigsten Lebenseigenschaften

des Nerven. Der Nervenstrom selbst ist an das Leben des Nerven gebunde[n]. Sowie der Nerv in seiner Hauptlebenseigenschaft, in der Fähigkeit Zuckunge[n] des Muskels oder Empfindungen zu erregen, herabgesetzt ist, so nimmt ganz i[m] Verhältnisse dieser Herabsetzung der Nervenstrom ab, um mit dem vollkomme[n] eingetretenen Tode des Nerven vollständig zu verschwinden. Noch eher als d[er] Nervenstrom selbst verschwindet seine negative Schwankung; nachdem er si[ch] einige Male auf tetanisirende Reizung gezeigt hat, wobei sie zuerst etwas a[n] Stärke ansteigt, nimmt sie immer mehr und mehr ab, endlich verschwind[et] sie ganz.

Bernstein hat messende Versuche über den zeitlichen Verlauf der negativ[en] Stromschwankung zunächst im Nerven angestellt. Es ergab sich, dass an der gerei[zten] Nervenstrecke die negative Stromschwankung unmessbar kurze Zeit nach dem Reiz beg[innt,] mit grosser Geschwindigkeit zu ihrem Maximum ansteigt und dann langsamer wieder ab[fällt.] Gleichzeitig pflanzt sich aber die negative Stromschwankung von der gereizten Stelle a[us] und zwar mit einer gemessenen Geschwindigkeit von 28 m in der Secunde, ein Wert, w[el]cher mit dem von Helmholtz für die Fortpflanzung der Erregung (26—27 m) im Nerv[en] übereinstimmt und dadurch den innigen Zusammenhang beider Erscheinungen weiter [...]tet. Bei dieser Fortpflanzung der negativen Stromschwankung im Nerven gibt es stets P[...] welche sich gleichzeitig in den verschiedenen Phasen der Erregung — Minimum und [...]mum der negativen Stromschwankung — befinden. Ueber die gleichzeitig in [E]rregung befindliche Nervenstrecke läuft nach Bernstein's Bezeichnung die Re[iz]welle ab, deren Länge = der gleichzeitig in Erregung begriffenen Nervenstrecke, er im [Mit]tel zu 18,76 mm bestimmte. Ganz analog ist das Verhalten der negativen Stromschwa[nkung] des Muskels. Sie fällt ganz in das Stadium der »latenten Reizung« und geht sonach dem [Zu]stande der wirklichen Erregung, der Contraction, voraus. Die negative Stromschw[ankung] verläuft auch im Muskel annähernd mit derselben Geschwindigkeit wie die Fortpflanzu[ng der] Erregung. Der Muskel erleidet daher zuerst die electrische Veränderung, ehe er sich ver[kürzt.]

F. Holmgren hat neuerdings gefunden, dass auch der electrische Strom der [Re]tina und des Sehnerven bei warmblütigen Thieren auf Lichtreiz eine negative Str[om]schwankung zeigt, ein Phänomen, das schon E. du Bois-Reymond gesucht hatte. Unwirk[sam] sollen die ultrarothen Strahlen sein, am stärksten wirksam die Strahlen aus der Mitte [des] Spectrums, und noch merkbar wirksam die ultravioletten. Beim Frosch soll die Reizung [der] Retina mit einer positiven Schwankung (?) des Retinastroms verbunden sein, an Fisch[en] konnte er keine Stromschwankung auffinden. Die Retinaströme selbst sollen ganz mit [dem] Gesetze des Muskel- und Nervenstroms stimmen. Die Netzhaut wird dabei als der nat[ür]liche Quer- und Längsschnitt des Opticus angesprochen, ersteren stellen die Stä[bchen] und Zapfen, letzteren die Nervenfaserausbreitung dar.

Auch bei dem Nervenstrome bemerken wir die schon für den Muskelstrom besproch[ene] Erscheinung, dass er manchmal kurz vor dem Erlöschen seine gesetzmässige Richtung v[om] Längsschnitt zum Querschnitt im Multiplikatorkreis umkehrt, so dass sich nun der Läng[s]schnitt negativ gegen den Querschnitt zeigt. Es kann diese Stromesumkehr eintreten z[u] einer Zeit, in welcher die negative Stromschwankung spurweise noch vorhanden ist. Diese hat denn auch ihr Vorzeichen geändert, da der ganze Strom jetzt negativ ist, ist sie positiv im Sinne des ehemaligen normalen Stromes.

Organströme. — Am Rückenmarke, das wie der Nerv selbst seiner Hauptmasse nach als ein Convolut längslaufender Nervenfasern erscheint, ist ebenfalls ein relativ starker electrischer Strom nachzuweisen. Dieser zeigt die gesetzmässige Richtung des Muskel- und Nervenstroms. Im lebenden Thiere ist das Rückenmark von einem starken aufsteigenden Strome durchflossen, dessen wir oben als »Froschstrom« schon gedacht haben, der seine Entstehung der Gesammtwirkung der Muskeln, vor Allem der unteren Extremitäten verdankt; der gleiche

absteigende Strom durchfliesst auch die Nerven der unteren Extremitäten. R. Caton gibt regelmässige Gehirnströme bei Säugethieren an, die Oberfläche des Gehirns sei positiv gegen die Vertikalschnittfläche. Derselbe will auch an gewissen Hirnstellen: den motorischen Centren (cf. bei Gehirn), »Stromschwankungen« beobachtet haben, bei bestimmten willkürlichen Gehirnerregungen.

Auch die Haut des Frosches wirkt senkrecht zu ihrer Fläche electromotorisch, der Hautstrom geht von aussen nach innen. Durch Reizung der Hautnerven bei Frosch und Kaninchen wollen L. Hermann und Luchsinger eine Veränderung, eine Schwankung dieses Hautstroms, und zwar entweder eine negative oder häufiger eine positive, gefunden haben, welche sie als Secretionsstrom deuten. Diese Beobachtungen stehen im Widerspruch gegen jene von Röber und Engelmann. Die Hautströme müssen zum ungestörten Nachweis des Froschstromes (= der Summe der Muskelströme) am unenthäuteten Thier eliminirt werden, z. B. durch Aetzung. Die Schwäche der electromotorischen Wirksamkeit, der unenthäuteten Frösche, beruht dabei noch im Wesentlichen auf vorhandenen Nebenschliessungen. Die Lymphe, welche unter der Haut die Muskeln umspült, stellt wie die Haut selbst eine Nebenschliessung zum Gesammtmuskelstrom her, welche das Hereinbrechen des Stroms in den Multiplikatorkreis verhindert (E. du Bois-Reymond, H. Munk). Die menschliche Epidermis besitzt trocken ein sehr geringes Leitungsvermögen, wodurch in Verbindung mit electrischen Hautungleichartigkeiten der Nachweis der Muskelströme am unversehrten Menschen misslingt. Die negative Schwankung des Gesammtmuskelstromes lässt sich dagegen auch am unversehrten Thiere und Menschen nachweisen. Taucht man die Finger oder Zehen beider Extremitäten in die Zuleitungströge resp. deren Zinkvitriollösung, so bleibt die Multiplikatornadel ziemlich in Ruhe, contrahirt man nun aber die Muskeln der einen Extremität — z. B. des einen Arms —, während die andere in Ruhe bleibt, so tritt ein oft sehr starker Strom, aufsteigender Strom, ein. Das ganze Hinterbein des enthäuteten Frosches zeigt bei der Contraction dagegen einen absteigenden Strom.

Engelmann zeigte, dass die Rachenschleimhaut des Frosches ebenfalls electromotorisch wirksam ist, analog wie die übrige Haut. J. Rosenthal fand regelmässige Drüsenströme an der Magenschleimhaut auf, die demselben Gesetze folgen. An den unregelmässiger gebauten Drüsen, Leber etc., sind bisher keine konstanten electromotorischen Wirkungen beobachtet.

Du Bois-Reymond's Theorie der thierischen Electricitätsentwickelung.

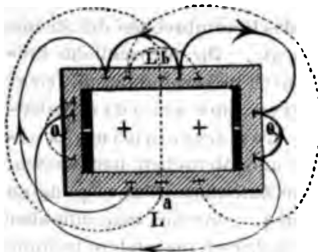
E. du Bois-Reymond stellte eine physikalische Theorie für die Stromentwickelung in Nerven und Muskel auf. Die Hauptströme (starken Ströme) lassen sich wie vom Muskel und Nerven erhalten von einem an beiden Enden überkupferten Zinkcylinder: auch an einem solchen gehen sie vom Querschnitt zum Längsschnitte. Die Nebenströme (schwachen Ströme) kommen erst dann auch zur Erscheinung, wenn das Schema in eine leitende Flüssigkeit eingelegt wird (Fig. 179), und an diese, nicht direct an die Metalle selbst, die Electroden angelegt werden. Die sich beständig in der leitenden Flüssigkeit abgleichenden electrischen Spannungen sind dann am stärksten am Aequator und an der Axe des Schemas; gegen Aequator und Axe unsymmetrisch gelegene Punkte haben verschiedene Grade der Spannung, sie zeigen also gegen einander Ströme und zwar weit schwächere als die Hauptströme. Der Strom, welchen der Multiplikator anzeigt, ist, da der Multiplikator an die leitende Flüssigkeit, nicht an den Electromotor selbst, angelegt ist, ein Zweigstrom, dessen Intensität nicht direct von der Stärke des electrischen Vorganges, sondern von dem geringeren oder grösseren Leitungswiderstand im ableitenden Bogen, zu dem der Multiplikator gehört, abhängig ist.

Auch im Muskel und Nerven nimmt E. du Bois-Reymond den eigentlich electromotorisch wirksamen Theil eingelagert an in eine leitende Flüssigkeit. Die Ströme, welche die electromotorisch wirksamen Organe entwickeln, sind wie in dem eben beschriebenen Schema

Zweigströme, die an sich direct keinen Schluss auf die Stärke der in den unte Organen selbst stattfindenden Strömungsvorgänge gestatten. Letztere können t Schwäche der nach aussen sichtbar werdenden electromotorischen Eigenschaften d stark sein.

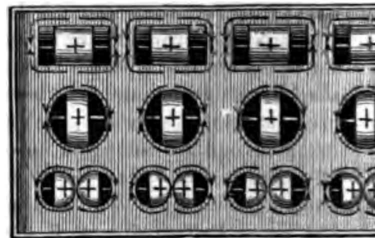
In der gegebenen Form reicht das Schema nur aus für die Erklärung des elec rischen Verhaltens des Gesammtnerven und Gesammtmuskels. Beide lassen, in die noch von Querschnitt und Längsschnitt begrenzten Stückchen zerspalten, den Stron der gesetzmässigen Richtung wahrnehmen. Die electromotorischen Kräfte mussten sehr kleine Organtheilchen, auf Moleküle, bezogen werden, welche regelmässig rei gelagert, in die leitende Flüssigkeit eingebettet sind. du Bois-Reymond bildet diese el torischen Organmoleküle analog dem Gesammtschema nach durch kleine an den End kupferte Zinkcylinderchen, oder kleine Kugeln mit einer Zinkmittel- und zwei Ku zonen: peripolare Moleküle, in der geforderten regelmässigen Anordnung

Fig. 179.



L Längsschnitt. *Q* Querschnitt. *a b* Aequator. Die Pfeile geben die Stromrichtung an, die Dicke ihrer Linien die Stärke der electrischen Ströme zwischen den verbundenen Punkten. Die getüpfelten Bogen: unwirksame Anordnungen.

Fig. 180.



Electrische Moleküle des Muskels und Nerve ersten und zweiten Reihe peripolare, in der dipolare, aber peripolar angeordnete Musl

leitende Flüssigkeit eingebettet (Fig. 180 *I*, *II*). Man kann sich jedes der peripolaren noch weiter getheilt denken in je zwei halb aus Zink, halb aus Kupfer bestehend: d Moleküle, die in dem electromotorischen Organschema zur Erläuterung der b sprochenen electromotorischen Erscheinungen zunächst so zu einander stehen, dass seine Kupferseite nach aussen kehrt, die Zinkseite des zweiten ist gegen die Zink ersten gerichtet, die Kupferseite des dritten gegen dieselbe des zweiten, so dass solcher Moleküle zusammen eines der zuerst geschilderten mit zwei kupfernen Po einer Zinkmittelzone darstellen: peripolar angeordnete dipolare Molekü 180 *III*).

Die Anschauung (Fig. 180) ergibt, wie mit Hülfe dieses Schemas die uns bisher gewordenen electrischen Phänomene sich erklären lassen. Um den Vorgang der Stron während des Absterbens anschaulich zu machen, hat man sich eine Drehung der elec Moleküle um 180° zu denken, wodurch die electrischen Gegensätze vollkommen un werden. Die peripolare Anordnung der dipolaren Moleküle bleibt auch nach dieser noch bestehen. Bei der negativen Schwankung ist die Axendrehung der Moleküle kei kommene, sie nehmen eine mittlere Stellung zwischen der vollkommenen Drehung u normalen Ruhelage ein. Im Uebrigen gilt das Gleiche wie bei der Stromumkehr. Das reicht auch für die Erklärung der Neigungsströme aus. Auf den schief abge Muskelflächen bilden die Moleküle staffelförmige Reihen, woraus sich z. B. (aus der zeitigen Anwesenheit einer Querschnitts- und einer Längsschnittspartie an jeder solch fel) die Schwächung der electromotorischen Eigenschaften des schiefen Querschnitts den geraden ergibt.

)ie Ströme zwischen natürlichem Längsschnitt und natürlichem Querıitt des Muskels — seiner Sehne — zeigen sich oft, namentlich im Winter, wenn rösche, die zu den Versuchen dienen, der Kälte ausgesetzt waren, sehr schwach im Verhe mit denen, die sich vom künstlichen Quer- und natürlichen Längsschnitt ableiten a: die Muskeln zeigen ein parelectronomisches Verhalten. Diese Parelectroe kann so hoch entwickelt sein, dass man unter diesen Umständen keinen oder sogar ı umgekehrt gerichteten Strom bekommt. Die Ströme erhalten jedoch sofort ihre nor- Richtung und Stärke, sowie man die Sehne mit ätzend wirkenden Substanzen: stärkeren m, Alkalien, Salzlösungen, Kreosot bestreicht, oder sie mit heissen Körpern versengt. ois-Reymond erklärt diese von ihm entdeckte Erscheinung daraus, dass sich bei den ctronomisch wirkenden Muskeln eine an die Sehne angrenzende Schicht von Muskelnz befindet, welche, der oben beschriebenen Stromumkehr entsprechend, entgegengeelectromotorisch wirkt, wie der normale Muskelstrom, so dass dessen Wirkungen zum oder ganz compensirt oder sogar übercompensirt werden. Um sich diese »parelecomische Schicht« theoretisch anschaulich zu machen, genügt es, am Schema des ls von jedem letzten System der peripolar angeordneten dipolaren Moleküle das äusserste l wegzulassen, so dass das jetzt letzte seine positive Seite dem Querschnitt zukehrt.

Chemische Theorien der thierischen Electricität.

u Bois-Reymond's schematische Theorie der electromotorischen Wirkungen der Nerven luskeln reicht vollkommen aus zur Erklärung des am Muskel und Nerven in dieser Beıg Beobachteten. Es drängt sich uns mit Nothwendigkeit der Gedanke auf, dass die kulartheorie mehr als eine blosse Hypothese ist. Die electrischen Moleıu Bois-Reymond's mit zusammengesetztem Bau und gesetzmässiger Stellung werden in ectrisch wirkenden Organen wirklich vorhanden sein. Es werden sich entsprechende, ömen Veranlassung gebende electrische Ungleichartigkeiten an kleinsten oder sehr kleirgantheilchen auffinden lassen, auf deren Anwesenheit und Veränderung die Verschieıiten der Stromentwickelung im ruhenden, arbeitenden und abgestorbenen Organe, in ler Strom Null geworden ist, beruhen.

ı. du Bois-Reymond weist darauf hin, dass man sich die electromotorischen Moleküle als ı eines besonders lebhaften Stoffwechsels vorstellen könne.

lach meinen, von Röber vollständig bestätigten Beobachtungen genügt die bei dem Abn der Muskeln und Nerven, sowie bei ihrer Aktion auftretende Fleischmilchsäure, le Vernichtung der electromotorischen Wirkung bei dem Absterben, sowie die negative ankung und die auf den Tetanus folgende Schwächung der electromotorischen Wirkung klären. Eine geringe Ansäuerung der Nerven- und Muskelsubstanz macht Nerv wie el stromlos, Neutralisation der Säure bringt den Strom zurück. Andere Säuren wirken g, vor Allem das den Muskel ermüdende saure phosphorsaure Kali.

ch beobachtete weiter, indem ich den inneren Grund der Carminfärbung erkannte (S. 93 O.), dass im lebenden Nerven und Muskel, ihrem regelmässigen mikroskopischen Bau rechend, regelmässig gelagerte Herde eines besonders lebhaften Stoffwechsels sich finwelch letzterer sich auch hier durch Bildung einer Säure documentirt. In der Nervenist der Axencylinder der Säurebildungsherd, im Muskel die Zwischensubstanz, während ıoppeltbrechenden Fleischtheilchen wie die ebenfalls aus doppeltbrechender Substanz hende Nervenmarkscheide alkalische Reaktion zeigen. Auf diesen regelmässigen chehen Ungleichartigkeiten beruhen die regelmässigen electromotorischen Wirkungen der sbe. In jeder Zelle ist besonders der Kern ein Centralherd der Säurebildung. Regelsig gelagerte Zellenreihen, wie in der Froschhaut, den Magendrüsen etc. geben daher falls Anlass zu regelmässigen electromotorischen Wirkungen. Der Grund der negativen wankung und der Schwächung der electromotorischen Wirkungen durch die Säuerung

beruht darin, dass dadurch, dass die früher alkalischen Gewebspartien ebenfalls sauer oder wenigstens schwächer alkalisch werden, annähernd eine chemische und dadurch electrische Gleichartigkeit des ganzen Gewebes eintritt. Durch Neutralisation der Säure in den normal alkalischen Gewebspartien stellt sich die normale chemische und damit die electrische Differenz wieder her.

Unsere Anschauung von dem Vorgang der negativen Schwankung ist die, dass auf den normalen Reiz zunächst an der gereizten Stelle eine Steigerung des Stoffwechsels mit Milchsäurebildung erfolgt, dieselbe bewirkt zuerst die negative Schwankung und beim Nerven ein Stadium der erhöhten Erregbarkeit (S. 738), und darauf die wirkliche Erregung. Untersuchungen über Gährung (J. Ranke u. A.) beweisen, dass die Anwesenheit geringer Säuremengen die organischen Stoffwechselvorgänge beschleunigt, von der primär gereizten Stelle aus verbreitet sich die Steigerung des Stoffwechsels und damit die Säurebildung in der Nerven- und Muskelfaser weiter, gleichzeitig negative Schwankung, erhöhte Erregbarkeit und Reizung bewirkend.

Du Bois-Reymond fand, dass während der negativen Schwankung des Muskelstromes der Leitungswiderstand der Muskelsubstanz gegen electrische Ströme etwas geringer ist als in der Ruhe, so dass also die Verminderung der electromotorischen Wirkung in eine Zeit fällt, in welcher die Widerstände im ableitenden Bogen nicht zu- sondern abgenommen haben. Ich konnte nachweisen, dass der abgestorbene Muskel, der keine electromotorischen Wirkungen mehr zeigt, etwa um das Doppelte besser leitet als der lebende. Es gelang mir, den inneren Grund dieses Vorganges auf chemische Veränderungen im Muskelsafte zurückzuführen. Es ist ebenfalls die Bildung von Milchsäure und anderen verhältnissmässig gut leitenden Zersetzungsprodukten im Muskel, zum Theil aus schlecht oder vielmehr an sich gar nicht leitenden Stoffen, der Grund für die Zunahme des Leitungsvermögens des Muskels während der Contraction sowohl als während des Absterbens. Diese Beobachtung war insofern nicht unwichtig, weil sie zum ersten Male mit aller Entschiedenheit eine electrische Gewebseigenschaft auf chemische Ursachen zurückführte. —

L. Hermann hat eine Theorie der electromotorischen Gewebs-Wirkungen aufgestellt, in welcher dieselben erst bei dem Absterben der Gewebe auftreten sollten. Absterbende oder in ihren Lebenseigenschaften geschwächte Gewebssubstanz verhalte sich negativ gegen lebende, resp. lebensstärkere. E. du Bois-Reymond, H. Munk u. A. haben diese Theorie und die Grundlagen, auf denen sie L. Hermann aufgebaut hatte, widerlegt.

II. Der electrische Strom in seinen Einwirkungen auf die Lebenseigenschaften der Gewebe.

Wir haben bisher gefunden, dass der electrische Gewebsstrom in einer innigen Wechselbeziehung stehe mit den Lebenseigenschaften der Gewebe. Wir sahen, wie jede Schwächung der letzteren sich als eine Schwächung der electromotorischen Kraft geltend macht: mit dem Aufhören des Lebens verschwinden die electrischen Wirkungen; während der Thätigkeit der Organe sehen wir sich ihr electromotorisches Verhalten wesentlich verändert. Nun tritt uns die wichtige Frage entgegen: was für einen Werth haben diese electrischen Strömungen im Haushalte des Organismus? Ihr Gebundensein an die volle Lebensenergie der Organe weist uns darauf hin, dass sie für den Lebensprocess selbst

hoher Wichtigkeit sind. Zum Theil wenigstens gelingt es uns, die phy-ogische Wirksamkeit der Organströme zu verstehen. Der electrische Strom Muskeln und Nerven übt in den Organen, in denen er kreist, bis zu einem issen Grade ähnliche, ja die gleichen Wirkungen aus, wie ein von aussen diese Gewebe in gleicher Richtung einwirkender electrischer Strom.

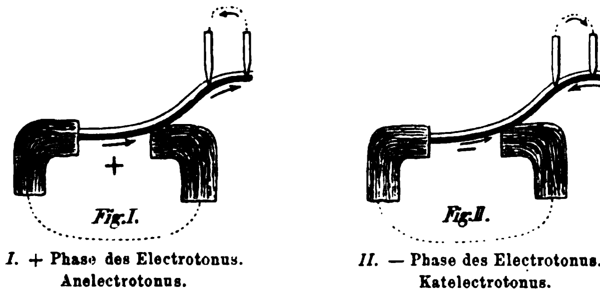
Electrotonus.

Leitet man durch eine Strecke eines Nerven einen konstanten galvanischen m (polarisirenden Strom), so wird der Zustand des Nerven seiner ganzen ge nach, in Beziehung auf sein electromotorisches Verhalten, verändert. u Bois-Reymond belegte diese von ihm entdeckte Veränderung mit dem von day für die dem Schliessungsinductionsstrom zu Grunde liegende Veränung der leitenden Materie zuerst gebrauchten Namen: Electrotonus electrotonischer Zustand.

Pflüger entdeckte, dass der electrotonische Nerv neben der Aenderung es electromotorischen Verhaltens auch eine dem letzteren vollkommen entchende Aenderung seiner Erregbarkeit zeige.

E. du Bois-Reymond's Electrotonus. — Der Nerv beginnt, sobald irgend eine cke seiner Länge von einem electrischen Strom betroffen wird, sofort auf n seinen Punkten im Sinne jenes erregenden Stromes electromotorisch

Fig. 181.



I. + Phase des Electrotonus. Anelectrotonus.

II. — Phase des Electrotonus. Katelectrotonus.

wirken. Dieser Electrotonusstrom summirt sich algebraisch zu dem venstrom. Der letztere scheint dann gesteigert, wenn Electrotonusstrom und venstrom im Nerven die gleiche Richtung haben, im umgekehrten Falle ist Nervenstrom scheinbar geschwächt (Fig. 181).

Der veränderte electromotorische Zustand der Nerven an der positiven ctrode = Anode wird als Anelectrotonus, der Strom dieser Nervencke als Anelectrotonusstrom bezeichnet. Umgekehrt spricht man bei der negativen Electrode = Kathode anliegenden Nervenstrecke von Katetrotonus und Katelectrotonusstrom.

Der electrotonische Zustand des Nerven ist am stärksten in unmittelbarer he der Electroden des konstanten polarisirenden Stromes und nimmt mit r Entfernung von diesen stetig ab.

Verbindet man den Nerven an symmetrisch zu seinem Aequator gelegenen Punkten mit den unpolisirbaren Multiplikatorelectroden, so kommt der normale Nervenstrom nicht zur Beobachtung (unwirksame Anordnung). Lässt man nun einen electrischen Strom auf den s gelagerten Nerven einwirken, so tritt der Electrotonusstrom rein in Erscheinung. Ist der Nerv von zwei Querschnitten begrenzt, von denen aus, wie wir wissen, in entgegengesetzter Richtung die Nervenströme zum Aequator verlaufen, und die Electroden des zur Erzeugung des Electrotonus verwendeten konstanten Stromes schliessen den Aequator in sich ein, so ist der Electrotonusstrom dem einen der beiden von je einem Querschnitt zum Aequator verlaufenden Nervenströme gleich-, dem andern entgegengesetzt gerichtet, der eine erscheint dann geschwächt, der andere verstärkt. E. du Bois-Reymond bezeichnete früher diese scheinbare Verstärkung des natürlichen Nervenstromes als positive, die scheinbare Schwächung desselben als negative Phase des Electrotonus. Die positive Phase ist aber nur ein Einzelfall des Anelectrotonus, ebenso die negative ein Einzelfall des Katelectrotonus.

Unterbricht man die Einwirkung des konstanten Stroms, so kehrt der Nerv nicht sogleich in sein früheres electromotorisches Verhalten zurück. Den normalen, am Multiplicator ableitbaren Nervenstrom fand ich nach beiden Electrotonusphasen geschwächt. Fick führt diese »Modificationen« des electrischen Verhaltens des Nerven nach Oeffnung des polarisirenden Stroms auf »electrotonische Nachströme« zurück, von denen er zuerst angab, dass sie beide den Electrotonusströmen entgegengesetzt gerichtet seien, was er jetzt nur noch für den Anelectrotonusnachstrom festzuhalten scheint.

Die electromotorische Kraft der Electrotonusströme ist sehr gross, E. du Bois-Reymond fand sie bis zu 0,5 Daniell. Der neue electromotorische Zustand des Nerven im Electrotonus ist aber kein Zustand des Gleichgewichtes. Es zeigt sich, dass vom ersten Augenblick an, wo die Beobachtung möglich ist, der Katelectrotonus sinkt, um sich allmälig einer unteren Grenze zu nähern, der Anelectrotonus hingegen von dem entsprechenden Augenblick an wächst, ein Maximum erreicht und erst dann nach vergleichsweise langer Zeit sinkt.

Der Electrotonus rührt nicht etwa von hereinbrechenden Stromschleifen des konstanten Stromes in den Multiplikatorkreis her. Schneidet man das direct von dem Strom durchflossene Nervenstück ab, während das Nervenstück, von dem man den Nervenstrom ableitet, unverrückt auf den Bäuschen liegen bleibt, und legt nun die Schnittenden wieder an einander an, so ist damit die Möglichkeit der Stromschleifen kaum verringert. Es zeigt sich dabei jedoch, dass die Electrotonusphasen verschwinden, zum Beweise, dass diese auf einer Wirkung auf die Nervenmoleküle selbst, auf einer Polarisation derselben beruhe.

Diese Erscheinung erklärt sich mit Hülfe der du Bois-Reymond'schen Molekularhypothese. Der polarisirende Strom bewirkt im Electrotonus eine Stellungsveränderung der electrischen Nervenmoleküle. Die peripolare Anordnung der letzteren (Fig. 180 *III*) kann unter seiner Einwirkung in der direct durchflossenen Nervenstrecke nicht fortbestehen, die dipolaren Moleküle werden säulenartig polarisirt, d. h. so gerichtet, dass jedes seinen positiven Pol der negativen Electrode, seinen negativen Pol der positiven Electrode zukehrt, in analoger Weise, wie der Theorie nach bei der Electrolyse die Flüssigkeitsmoleküle gestellt werden. Auch die nicht vom Strome durchflossenen, aber den durchflossenen zunächst benachbarten Moleküle nehmen diese Stellung ein, weil jene auf letztere eine gewisse Richtkraft ausüben, mit ihren positiven Polen die negativen anziehend und umgekehrt. Die Drehung der Moleküle der nicht direct durchflossenen Nervenstrecke ist am vollkommensten in dem angegebenen Sinne, je näher sie an den Polen liegen, mit der Entfernung nimmt die Stellungsveränderung, die Grösse der Drehung immer mehr ab. Die Curve, in welcher die Stärke der Polarisation von den Electroden aus nach den Enden des Nerven zu sinkt, ist, wie du Bois-Reymond vermuthet, E. v. Fleischl experimentell festgestellt hat, gegen den als Abscissenaxe gedachten Nerven stark convex gebogen und schliesst sich ihm in der Ferne asymptotisch an. Hierdurch wird nun im ganzen Nerven eine Veränderung der electromotorischen Wirkung gesetzt im Sinne der Richtung des polarisirenden

)er Nervenstrom wird stärker werden, wenn der polarisirende ihm gleich, schwä-
er ihm entgegengesetzt gerichtet ist.
nere Wesen des Electrotonus vergleicht E. du Bois-Reymond selbst mit Electro-
enn ein Strom auf einen Nerven wirkt, ergeht es letzterem gleich jedem anderen
eiter. Es wird Electrolyse eingeleitet, welche mit säulenartiger Polarisa-
nt« (cf. unten chemischer Electrotonus S. 757). Grünhagen's von L. Hermann mo-
ectrolytische Theorie des Electrotonus, die im Gegensatz gegen du
nd's Theorie stand, wurde von E. v. Fleischel u. A. definitiv widerlegt.
iskel zeigen sich solche Veränderungen der Stromstärken je nach der Einwirkungs-
es polarisirenden Stromes nicht in der Weise wie am Nerven, so dass wir in der
.eichtigkeit, die Polarisation anzunehmen, einen wesentlichen Unterschied zwischen
l Nerven erkennen. Absolut geht jedoch auch dem Muskel diese Fähigkeit nicht
heint bei ihm die polarisirende Wirkung sich nur in der nächsten Nähe der Pole
A. v. Bezold cf. unten S. 762).

er's Electrotonus. — Leitet man durch einen Theil eines lebensfrischen
nen konstanten electrischen (polarisirenden) Strom, so wird die Erreg-
es Nerven auf seiner ganzen Länge verändert, an der negativen Elec-
Kathode erhöht: Katelectrotonus, an der positiven Electrode
vermindert: Anelectrotonus. Am stärksten ist die electroto-
nderung der Erregbarkeit in unmittelbarer Nähe der Electroden selbst,
nt mit der Entfernung von denselben zuerst schneller, dann langsamer
ch allmälig der Null zu nähern. Nach der Oeffnung des polarisirenden
kehrt der Nerv erst durch gewisse »Modificationen der Erreg-
« zur Norm zurück. Die anelectrotonische Nervenstrecke zeigt nach
des polarisirenden Stromes eine Steigerung ihrer Erregbarkeit: po-
dification, welche allmälig abklingt; die katelectrotonische Strecke
h der Oeffnung des polarisirenden Stromes zunächst eine Abnahme
barkeit: negative Modification, die aber bald auch in positive Modi-
bergeht, welche allmälig abklingt.

iehung auf die Ausbildung und die Inkonstanz der electrotonischen Phasen herrscht
em E. du Bois-Reymond'schen und Pflüger'schen Electrotonus vollkommene Ueber-
ng.
r nennt die von dem polarisirenden Strome unmittelbar durchflossene Strecke die
are, die zu beiden Seiten gelegenen Strecken die extrapolaren. Die Stelle in der
n Strecke, an welcher die beiden electrotonischen Zustände: Anelectrotonus und
onus an einander grenzen, heisst der Indifferenzpunkt. In der intrapolaren
st die Erregbarkeit ebenso wie in der extrapolaren Strecke in der Nähe der Anode
zt, in der Nähe der Kathode erhöht, beides am stärksten in unmittelbarer Nähe der
, mit der Entfernung von letzteren nehmen die Erregbarkeitsveränderungen ab und
Indifferenzpunkt, an welchem die Erregbarkeit nicht verändert ist, zusammen.
hen Strömen liegt der Indifferenzpunkt näher an der Anode, bei mittelstarken etwa
e der intrapolaren Strecke, je stärker der Strom wird, desto näher rückt er an die
die Lage des Indifferenzpunktes erscheint als eine Function der Stromstärke. Die
ng der Erregbarkeit der gesammten intrapolaren Strecke ist die algebraische
Veränderungen an den einzelnen Stellen: ihre Erregbarkeit ist im Ganzen erhöht,
bei schwachen Strömen ein grösserer Abschnitt der intrapolaren Strecke im Zu-
Katelectrotonus begriffen ist, bei starken Strömen aus dem entgegengesetzten
rmindert. Bei mittelstarken Strömen, bei denen der Indifferenzpunkt in der Mitte
laren Strecke liegt, erscheint die Gesammterregbarkeit derselben unverändert.

Pflüger unterscheidet zwischen **aufsteigenden** und **absteigenden** Electrotonus-phasen. Im ersteren Fall (aufsteigend) befindet sich der polarisirende Strom zwischen dem Muskel und der Stelle, an welcher die Erregbarkeit des Nerven geprüft wird (Reizstelle), im anderen Fall (absteigend) befindet sich die Reizstelle zwischen polarisirendem Strom und Muskel. Der **absteigende** Electrotonus zeigt bei allen Stromstärken seine beiden Phasen gleich deutlich. Der **aufsteigende** Katelectrotonus ist schon bei sehr schwachen Strömen bemerkbar und wächst anfänglich mit der Stärke des polarisirenden Stromes, erreicht aber bei weiterer Stromverstärkung ein Maximum, nimmt dann ab, wird zu Null und endlich negativ, d. h. er geht in eine Verminderung der Erregbarkeit über. Der Grund für diese [illegible] weichende Erscheinung liegt darin, dass bei dem aufsteigenden Electrotonus, wo die gesammte electrotonische Nervenstrecke mit ihren beiden Phasen der erhöhten und verminderten Erregbarkeit zwischen Reizstelle (Kathode cf. S. 761) und Muskel liegt, die in ihrer Erregbarkeit übermässig herabgesetzte anelectrotonische Nervenstrecke, die dem Muskel [illegible] liegt, die Durchleitung der Erregung von der katelectrotonischen Strecke aus zuerst in geringerem, dann in stärkerem Maasse verhindert.

Die electrischen Modificationen des Nerven und seine Erregbarkeitsveränderungen [illegible] Electrotonus zeigen einen nicht zu verkennenden Zusammenhang. Wir haben schon [illegible] erkannt, dass die Erhöhung der Erregbarkeit des normalen Nerven im Allgemeinen eine [illegible]minderung der Lebenseigenschaften d. h. seiner Leistungsfähigkeit bedeutet, mit der, wie [illegible] sahen, auch eine Verminderung seines electrischen Stromes eintritt; grössere Stärke des [illegible]trischen Nervenstromes geht dagegen mit der normalen geringeren Erregbarkeit des Nerven Hand in Hand. Liegt der Aequator des Nerven in der intrapolaren Strecke, so ergibt die [illegible] schauung, dass die auf der algebraischen Summirung des ruhenden Nervenstroms und [illegible] Electrotonusstroms beruhende scheinbare Verstärkung des Nervenstromes im Anelectrotonus mit einer Herabsetzung der Erregbarkeit, die auf dem gleichen Verhältnisse beruhende scheinbare Schwächung des Nervenstroms mit einer Erhöhung der Erregbarkeit verknüpft [illegible] **Gesetz des Electrotonus** (J. Ranke). Die Lage des Aequators ist bei näherer Betrachtung der hier obwaltenden Stromverhältnisse jedoch keineswegs entscheidend. Es kann [illegible] der Aequator **innerhalb** der Strecke befinden, von der man den Strom von Längs[illegible] und Querschnitt am Multiplikator ableitet, er kann diese Strecke sogar nahezu halbiren [illegible] doch bekommt man einen Hauptstrom, welcher unter allen Umständen im Katelectrotonus scheinbar vermindert, im Anelectrotonus scheinbar erhöht wird. Verbindet man den Nerven mit zum Aequator vollkommen symmetrischen Punkten mit dem Multiplikator, so [illegible] sich an letzterem **nur** der Electrotonusstrom **zeigen**, trotzdem ist hier aber natürlich [illegible] durch die säulenförmige Polarisation dieselbe electromotorische Veränderung des [illegible] venstroms eingetreten, die wir bei anderer Ableitung an demselben Nerven direct [illegible] nachweisen können. Anelectrotonus und Katelectrotonus lassen den Nervenstrom [illegible] zurück, dieser Nachwirkung entsprechen die dem Pflüger'schen Electrotonus nachfolgenden Modificationen der Erregbarkeit, welche nach beiden Electrotonusphasen eine **Erhöhung der Erregbarkeit** bewirken. Ob die von Fick früher angegebene scheinbare Verstärkung des Nervenstroms nach dem Aufhören des Katelectrotonus der rasch vorüber gehenden Verminderung der Erregbarkeit, der negativen Modification Pflüger's entspricht, ist noch [illegible]zustellen.

Das von **mir** aufgestellte »Gesetz des Electrotonus« bestätigen die neuen Beobachtungen Bernstein's auf das Vollkommenste. Indem er den polarisirenden Strom konstant, den [illegible] zenden Strom aber nach und nach ansteigen liess, kam er zu folgender **Ergänzung** [illegible] Pflüger'schen Electrotonusschema: Wenn ein constanter Strom durch den Nerven fliesst, [illegible] ist am positiven Pol die Auslösung der Erregung erschwert, so dass schwache Reize eine geringere Wirkung ausüben als im normalen Zustande (Anelectrotonus), aber das Maximum [illegible] Erregung, welche durch starke reizende Ströme hervorgerufen werden kann, ist grösser. Dagegen ist am negativen Pol die Auslösung der Erregung erleichtert, so dass schwache Reize stärker wirken (Katelectrotonus), aber das Maximum der Erregung, welches durch [illegible]

tze ausgelöst werden kann, ist kleiner, d. h. der Erhöhung der Erregbarkeit, verbunden t scheinbarer Verminderung des ruhenden electrischen Nervenstroms im Katelectrotonus, respondirt, wie wir es zuerst aussprachen (cf. oben), eine Verminderung der Leistungsfähig- t des Nerven, das Umgekehrte ist nach unserer obigen Darstellung bei dem Anelectrotonus Fall.

Chemischer Electrotonus. — Wir haben oben S. 755 erwähnt, dass E. du Bois-Rey- n das Phänomen des Electrotonus auf Electrolyse der Nerven durch den polarisirenden om zurückführt. Ich habe die Nervenelectrolyse und den Einfluss der electrolytischen dukte des Nerven auf sein electromotorisches Verhalten und seine Erregbarkeit untersucht.

Zu bemerken ist, dass die Erzeugung des Electrotonus auch mit sogenannten unpolari- nden Electroden gelingt, welche nur eine sehr geringe Polarisation zeigen, doch gelingen auch vollkommen mit metallischen Electroden, bei denen die Electrolyse sofort hervor- t. Die Muskeln zeigen die electromotorischen Eigenschaften des Electrotonus nicht, nso wenig andere feuchte Leiter oder todte Nerven. Wir haben es hier also jedenfalls Resultaten der Electrolyse zu thun, welche mit dem lebendigen Bau der Nerven auf das igste verknüpft sind, und welche unter Umständen auch durch die electrischen Ströme im anismus selbst physiologisch erfolgen müssen.

Untersucht man einen Nerven, an welchem man den Electrotonus mit metallischen Elec- len erzeugt hat, mit Reagenspapier, so zeigt die Anlagerungsstelle der Anode eine saure, Anlagerungsstelle der Kathode eine verstärkt alkalische Reaktion.

Meine Untersuchungen ergaben, dass von Säuren und Alkalien, so lange sie, wie die dukte der Electrolyse bei geschlossenem Strom, nur auf der Oberfläche des Ner- n sich befinden, die Alkalien den normalen Nervenstrom scheinbar schwächen = alka- che Reaktion an der Kathode, die Säuren ihn scheinbar etwas erhöhen = saure Reaktion der Anode. Wenn beide (Alkali und Säure) in die Substanz des Nerven ein- ingen, so folgt bei beiden die, für Säuren schon oben S. 754 erwähnte Verminderung Nervenstroms.

Ebenso und noch leichter gelingt es mit Hülfe von Säuren und Alkalien, die Phasen der egbarkeit im Electrotonus hervorzurufen. Macht man eine kleine Nervenstrecke nur erflächlich sauer reagirend, was vollkommen leicht und unzweideutig mit Kohlensäure, man auf den Nerven einwirken lässt, gelingt, so sinkt an ihr die Erregbarkeit = Vermin- rung der Erregbarkeit an der Anode, macht man eine minimale Nervenstelle, z. B. durch oberflächlich stärker alkalisch, so zeigt sich die Erregbarkeit nahe gelegener Nerven- ecken ungemein erhöht = Erhöhung der Erregbarkeit an der Kathode.

Nach dem Oeffnen der electrischen Kette haben die Produkte der Electrolyse Gelegen- it in den Nerven einzudringen. Wir wissen, dass die daraus erfolgenden Veränderungen inneren Nervenreaktion stets mit Erhöhung der Erregbarkeit = Modificationen der Er- barkeit nach dem Electrotonus verknüpft sind. Jedenfalls ergeben diese Versuche, dass Produkte der Electrolyse ganz in demselben Sinne die Lebenseigenschaften der Nerven einflussen, wie der electrische Strom selbst.

Die Erregungsleitung wird durch beide Electrotonusphasen verzögert (A. v. Bezold).

Die negative Schwankung des Nervenstroms im Electrotonus untersuchte Bernstein. Er nd, dass dieselbe stets der gerade im Electrotonus vorhandenen Stromrichtung entgegen- setzt ist; ist die Stromrichtung des Nerven im Katelectrotonus umgekehrt, so tritt die ne- tive Schwankung als eine Abnahme auch dieses Stromes auf. Bei schwachen electri- chen Strömen fand er den Veränderungen der Erregbarkeit entsprechend in der katelectro- nischen Nervenstrecke die negative Schwankung gesteigert, in der anelectrotonischen gegen vermindert.

Weitere Modificationen der Erregbarkeit durch den konstanten Strom haben Heidenhain, Ro- sthal u. A. studirt, sie beruhen auf Electrolyse. Jeder konstante Strom, welcher eine ervenstrecke eine Zeit lang durchströmt, versetzt diese in einen Zustand, in welchem die effnung dieses und der Schluss des entgegengesetzt gerichteten Stromes eine heftige Be-

wegung ausführt. Das Schliessen des Stromes in entgegengesetzter Richtung ist entweder unwirksam oder hemmt eine vorhandene Bewegung (den Oeffnungstetanus). Die Muskel-*erregbarkeit* verhält sich ganz analog.

Die electrische Reizung, Zuckungsgesetz.

Wir haben unter den Nervenreizen, die den motorischen Nerven zur Ver-mittelung der Contraction seines Muskels, den sekretorischen Nerven zur Er-regung von Drüsenabsonderung, den sensiblen Nerven zur Erregung von Schme veranlassen, vor Allem Intensitätsschwankungen electrischer Ströme erwäh

Man hatte früher geglaubt, dass für die Stärke der Erregung des Nerv vor Allem die Stromstärke (Stromdichte) des electrischen Stromes, mit Hü dessen man den Nerven reizte, von Einwirkung sein müsse. E. du Bois-Reym zeigte, dass die Stromdichte *an sich* für den Erfolg der Reizung relativ u wesentlich sei. Er stellte zunächst für den motorischen *Nerven*, aber a für den *Muskel* das auch für den sekretorischen sensiblen Nerven gelte *Gesetz der electrischen Reizung* auf:

Die Höhe der Zuckung wird nicht durch den absolu Werth der Stromdichte sondern durch die Grösse der Schwa der letzteren innerhalb zweier auf einander folgender, se kleiner Zeittheilchen bedingt; im Allgemeinen ist die Zuc ung um so stärker, je grösser die Schwankung des Strom in der Zeiteinheit ist.

Erregende Stromschwankungen lassen sich sonach am einfachsten erreic durch Schliessen oder Oeffnen eines konstanten Stromes, dessen Electroden m dem Nerven (oder Muskel) anlegt, die Stromdichte schwankt dabei von ei bestimmten Höhe zu Null und umgekehrt. Ein Mittel, rasch in ihrer Di schwankende electrische Ströme zu erzeugen, sind die *Inductionsapp rate*. Mit Hülfe von geeigneten Instrumenten, z. B. mit dem *Schwankung rheochord* du Bois-Reymond's, welches gestattet, ohne den Strom zu öff oder zu schliessen, rasch Dichtigkeitsschwankungen desselben zu erziel kann man das angegebene Gesetz auch für den geschlossen bleibenden konst ten Strom beweisen.

Donders zeigte am *Vagus*, dass das Gesetz der Erregung auch für *Hemmungsne ven* Geltung behält, er construirte, entsprechend der Zuckungscurve des Muskels, eine Cur des Verzögerungsprocesses bei der Vagusreizung.

Doch steht die *Nervenerregung* auch *in einer Abhängigkeit von der ele trischen Stromstärke* selbst; wir sehen bei der Reizung motorischer Nerven, dass d Muskelzuckung, welche die Nervenerregung hervorruft, wächst von Null Stärke des rei den electrischen Stroms an bis zu einer bestimmten Höhe desselben, bei der sie ihr Maxim erreicht. Fick und A. B. Meyer geben an, dass kurz andauernde, den Nerven aufsteig durchfliessende konstante Ströme, ebenso Schliessungsinductionsschläge, bei allmäliger St gerung ihrer Stromstärke ein *erstes Maximum* der Zuckung ergeben, dann, nachdem die Maximum einige Zeit (bei weiterer Steigerung) angehalten, bei noch weiterer Steigerung abe mals wachsende Zuckungen und ein *zweites höheres Zuckungs-Maximum* ergeben; die Erklärung dieser auffallenden Beobachtungen ist bis jetzt noch streitig.

Der *mittelstarke* konstante electrische Strom, so lange er ohne Schwankung seiner Intensität den Nerven durchfliesst, erregt den Nerven nicht. Von diesem Verhalten mache

:hwache und sehr starke Ströme eine Ausnahme, welche beide Tetanus, be- an sehr reizbaren Nerven, hervorrufen. Vor Allem reagirt auf schwache kon- röme das Rückenmark mit starkem Tetanus. Auch diese Erscheinung sucht man :h electrolytische Wirkung der Ströme zu erklären.

h Fick darf die Dauer der Einwirkung des konstanten Stromes auf den Nerven unter stimmten unteren Grenzwerth (0,001 Sec.) nicht sinken, damit der Strom seine volle e Wirkung auf den Nerven entfalte. Nach den Angaben E. du Bois-Reymond's nimmt dass der Uebergang des Nerven in den erregten Zustand und aus diesem in den ru- urück momentan erfolgt: »die Nervenmoleküle besitzen ein unendlich kleines Träg- 1ent«.

Stromschwankungen erregen den Nerven dann am stärksten, wenn sie ihn der nach durchfliessen, ihre Wirksamkeit ist sehr gering oder bleibt bei geringer Strom- t ganz aus, wenn sie in der Querrichtung den Nerven durchsetzen.

er nächsten Nähe von künstlich angelegten Querschnitten von Nervenästen ı für einige Zeit nach der Anlegung des Querschnitts die Erregbarkeit des ausge- ,en Nervenstammes erhöht. Munk fand solche »ausgezeichnete Stellen« mit Erregbarkeit am ausgeschnittenen Ischiadicus des Frosches, an den Abgangsstellen schenkeläste und an der Theilungsstelle des Nerven. Die betreffenden Erscheinun- hen, wie ich finde, auf normalem Electrotonus. Der Nervenstrom wird an den :hneten Stellen an Querschnitten von Nervenästen von dem starken Nervenstrom ssen, welcher von dem angelegten Querschnitt des Nervenastes zu dem Längsschnitt ısern verläuft. Ganz analog wirkt, wie die Ueberlegung und das Experiment zeigt, ung des Abganges eines Astes vom Nervenstamme selbst ohne Anlegung eines Quer- an solchen Nervenstrecken zeigt sich im normalen unverletzten smus Electrotonus, der Electrotonus ist eine Erscheinung des en Nervenlebens. (Cf. Electrotonus des Rückenmarks S. 762.)

: eigenthümliche Gestalt nimmt die electrische Erregung des Nerven an, wenn sie e uns im vorhergehenden Capitel bekannt gewordenen Schwankungen der electromo- ı Verhältnisse der thierischen Gewebe: Muskel und Nerv erfolgt. Man kennt eine rregung (Zuckung) vom Muskel und vom Nerven aus. Beide Phänomene sind nicht ı, wie E. du Bois-Reymond gezeigt hat.

secundäre Zuckung vom Muskel aus erfolgt dann, wenn wir an einen Mus- ı Nerven eines anderen Nervenmuskelpräparates anlegen und nun den ersten Muskel em Nerven aus zur Zuckung erregen. Es entsteht, wie wir wissen, bei jeder Muskel- eine negative Schwankung des electrischen Muskelstromes, es wird durch eine er angelegte Nerv erregt und dadurch der zweite, secundäre Muskel auch zur Zuck- acht. Dieser Versuch gelingt sicher, doch machte Kühne wieder auf die Unfähigkeit celstroms aufmerksam, die zwischen den Muskeln in situ verlaufenden normalen secundär zu erregen. Das Verhältniss erinnert in gewissem Sinn an Immunität, im ss an eine bei anderem Anlass geäusserte Vermuthung du Bois-Reymond's nimmt 1, dass normal die Schwankungswellen in den die Nerven berührenden Muskelfasern ıen Phasendifferenzen und interferirend verlaufen, dass die Ausgleichung der electri- annung in den letzteren allein geschieht. Dasselbe gilt von jeder Art directer Mus- ıg. — Versetzt man den primären Muskel nicht in eine einfache Zuckung, sondern in so verfällt der secundäre Muskel ebenfalls in Tetanus. Wir gewinnen dadurch einen chtigen Einblick in die electromotorischen Verhältnisse des tetanisir- kels. Am Multiplikator sehen wir im Tetanus nur eine einfache negative Schwan- treten, es scheint dabei also eine konstante Abnahme des electrischen Muskelstro- erfolgen. Der Tetanus vom Muskel aus lehrt dagegen, dass sich die negative :ung des Muskelstromes (wie des Nervenstroms) im Tetanus zusammensetzt aus fort- :en Intensitätsschwankungen des Stromes nach auf- und nach abwärts, wir wissen auf diese Weise der Nerv und Muskel electrisch tetanisirt wird. Man hat auch ein-

fache Zuckung vom pulsirenden Herzen aus, durch die negative Schwankung des pulsirenden Herzens beobachtet.

Um die Zuckung vom Nerven aus entstehen zu lassen, hat man ein ausgeschnittenes Nervenstück an einen motorischen Nerven, Ischiadicus des Frosches, der noch mit seinem Muskel verbunden ist, anzulegen. Der Muskel des zweiten Nerven zuckt, wenn man angelegten Nervenstücke eine nicht zu schwache Kette öffnet oder schliesst. Diese Zuckung fehlt bei anderen als electrischen Reizungsakten, sie entsteht hierbei also nicht durch die schwache, rasch vorübergehende negative Schwankung des Nervenstromes, sondern durch die viel mächtigeren Stromschwankungen, welche dem Electrotonus angehören, von denen E. du Bois-Reymond gezeigt hat, dass sie sich von einem direct polarisirten Nerven auf einen angelegten zweiten Nerven verbreiten können: secundär electrotonischer Zustand. Diese Electrotonusphasen pflanzen sich nach auf- und abwärts im Nerven eine nicht unbeträchtliche Strecke fort. Der Versuch der Zuckung vom Nerven aus wird zum paradoxen Versuche durch folgende Anordnung. Der N. ischiadicus des Frosches theilt sich gegen den Unterschenkel zu in zwei Aeste, die Rr. peronaeus und tibialis. Präparirt man am Nervmuskelpräparate den unten abgeschnittenen Ramus peronaeus möglichst weit von unten nach oben frei, so hat man ein ähnliches Präparat, als ob wir zwei Nerven aneinander legten; hier verlaufen die Nervenfasern für beide Nerven zwar, wie wir wissen, getrennt, aber in eine gemeinschaftliche Scheide eingebettet, in demselben Nerven. Reizt man nun den R. peronaeus in der obigen Weise, so zucken alle vom R. tibialis versorgten Muskeln. Es pflanzt sich also der Erregungszustand des motorischen Nerven von der gereizten Stelle aus nicht nur auch nach oben hin fort, was man nicht vermuthet hatte, sondern man sieht noch ausserdem, dass der Erregungszustand von einer Nervenfaser auf eine ihr benachbarte übergehen und diese mit erregen kann. Es widerspricht dieser Befund scheinbar einem physiologischen Grundgesetze: dem **Gesetz der isolirten Leitung,** welches lehrt, dass der normale Reizzustand einer Nervenfaser durch einen Nerven hinläuft, ohne sich auf eine andere Nervenfaser zu übertragen (cf. unten Cap. XXII). Nur dadurch wird es ja ermöglicht, dass der vom Gehirne oder von einem anderen Nervencentrum oder Sinnesapparat ausgehende Erregungszustand einer Nervenfaser bestimmte gesonderte Wirkungen hervorbringt. Wäre diese isolirte Leitung nicht, so würde jede Erregung, welche eine Nervenfaser in einem Nerven (oder im Rückenmarke oder Gehirne) trifft, alle benachbarten Nervenfasern mit erregen, es wäre keine geordnete Thätigkeit des Nerven möglich. E. du Bois-Reymond hat gezeigt, dass dieses Gesetz im electrischen Sinne nicht richtig ist; nicht nur dieser paradoxe Versuch, sondern auch alle electrischen Vorgänge im Nerven (und Muskel) zeigen, dass ein Isolirtbleiben des electrischen Zustandes auf eine Faser nicht stattfindet, wir haben ja in den electrischen Nerven- (und Muskel-) Strömen überall Summeneffecte vor uns. Trotzdem bleibt bei normalen Lebensbedingungen der electrische Vorgang, welchen wir den Erregungszustand des Nerven im lebenden Thiere begleiten sehen, auf die erregte Nervenfaser beschränkt, da das Gesetz der isolirten Leitung für die Erregung der Nerven durch ihre normalen Reize vollkommen gültig ist. Man glaubte daher annehmen zu dürfen, dass das Mark der Nervenfaser eine die Ausbreitung der electrischen Veränderungen von einer Faser auf die andere beschränkende Wirkung besitzt. Die Stoffe des Nervenmarks sollen nach mehrfach geäusserter Meinung ein sehr geringes Leitungsvermögen für Electricität besitzen; diese Annahme vergisst aber, dass es auch marklose Nervenfasern gibt, wahrscheinlicher ist die oben bei der sekundären Zuckung vom Muskel aus angedeutete Erklärung du Bois-Reymond's und Kühne's.

Zuckungsgesetz. — Die Schliessung und Oeffnung eines konstanten Stromes, also positive und negative Schwankungen des erregenden Stromes, reizen den Nerven nicht in gleichem Maasse. Nach Pflüger wird eine Nervenstrecke nur dann erregt, wenn in ihr Katelectrotonus entsteht oder zunimmt, oder Anelectrotonus verschwindet oder abnimmt. Der entstehende Katelectrotonus wirkt stärker als der verschwindende Anelectrotonus.

ie betreffenden Untersuchungen sind an motorischen Nerven gewonnen, seit alter Zeit man daher die hierher gehörigen Erscheinungen als: Zuckungsgesetz zusammen. urch die PFLÜGER'schen Untersuchungen ist das Gesetz in seinem Wesen erhellt worden. üssen uns daran erinnern, dass dadurch, dass man auf ein mittleres Stück eines motoa, noch mit seinem Muskel in Zusammenhang stehenden Nerven einen polarisirenden einwirken lässt, der ganze Nerv in zwei Strecken zerlegt wird, in der einen: in der anctonischen Strecke, herrscht Herabsetzung, in der katelectronischen Erhöhung der Erkeit, so lange der Strom fliesst; nach seinem Aufhören entstehen zunächst die entgeetzten Modificationen. Da nur der Eintritt der Erhöhung der Erregbarkeit erven als Reiz wirkt (PFLÜGER), so wird, wenn der electrische Strom den Nerven gend, vom Muskel dem Rückenmarksende zu, durchströmt, die obere, vom Muskel nseits der intrapolaren Strecke gelegene, Nervenstrecke erregt. Bei absteigendem e ist die erregte Stelle umgekehrt dem Muskel näher gelegen. Wird der Strom st, so wird durch den Eintritt der den Electrotonusphasen entgegengesetzten »Modifien der Erregbarkeit« (S. 754) bei aufsteigendem Strome die untere, bei absteigenle obere die erregte sein. Beide Reizursachen, der entstehende Katelectrotonus und der nde Anelectrotonus sind an Stärke verschieden, ersterer wirkt bei mittelstarken und n Strömen heftiger. Bei ganz schwachen Strömen ist sogar der von dem verschwindenelectrotonus ausgeübte Reiz noch nicht stark genug, um den Nerven in den Erregungsd zu versetzen, während der entstehende Katelectrotonus die Reizung schon hervor; so kommt es, dass bei solchen schwachen Strömen nur die Schliessung sowohl in aufabsteigender Richtung Zuckung hervorruft. Bei mittelstarken Strömen wirken beide nannten Reize, es entsteht sowohl Schliessungs- als Oeffnungszuckung, mag der Strom der absteigend im Nerven gerichtet sein. Sehr starke Ströme machen die intrapolare e nach PFLÜGER zur Erregungsleitung auch für einige Zeit, nachdem sie direct zu wirgehört haben, vollkommen unfähig; bei sehr starken Strömen kann also der Reiz nur ur Wirksamkeit kommen, wenn er auf die untere, zwischen polarisirendem Strom und gelegene Nervenstrecke einwirkt: der aufsteigende Strom wirkt daher bei sehr bedeuStromstärke als Reiz bei der Oeffnung, der absteigende bei der Schliessung.

ir haben oben S. 730 das RITTER-VALLI'sche Gesetz von der stetigen Erregbarnahme der ausgeschnittenen Nerven besprochen, welche nach einer vorausgegangenen ng der Erregbarkeit am Schnittende vom oberen Ende des Nerven zum unteren fortet. Es beeinflusst diese Veränderung der Erregbarkeit den Nerven in Beziehung auf ähigkeit, auf Stromschwankungen mittelstarker Ströme Zuckungen auszulösen, in der gleichen Weise, wie wir das für die verschiedenen Stromstärken eben kennen t haben. Man unterscheidet darnach drei Erregbarkeitsstadien, in denen sich rv mittelstarken Reizen gegenüber genau in der oben angegebenen Weise t, so dass z. B. sehr erregbare Nerven nur bei der Schliessung des auf- und bei der Oeffles absteigenden Stromes Zuckung erregen etc. Das oben angeführte Zuckungsgesetz ber für die verschiedenen Stromstärken nur für die mittleren Erregbarkeitsgrade der n: für das sogenannte zweite Erregbarkeitsstadium.

ür die experimentelle Demonstration der Erregbarkeitsstadien des ausgeschnittenen nerven gilt als Reiz ein mittelstarker Strom, der also Schliessungs- und Oeffnungsng bei Nerven, die sich im zweiten Erregbarkeitsstadium befinden, hervorruft.

iese Auseinandersetzungen erklären das folgende Schema, in welchem Z = Zuckung, uhe des Muskels, S = Schliessung, O = Oeffnung des reizenden Stromes bedeutet.

Zuckungsgesetz.

egbarkeitsstadium:	Stromstärke:	Aufsteigender Strom:	Absteigender Strom:
I.	Schwach	S—Z O—R	S—Z O—R
II.	Mittelstark	S—Z O—Z	S—Z O—Z
III.	Stark	S—R O—Z	S—Z O—R

War der zur Reizung verwendete Strom sehr stark oder ein mittelstarker Strom la Zeit im Nerven geschlossen, so tritt an Stelle der Oeffnungszuckung ein Oeffnungsteta ein (cfr. Modificationen der Erregbarkeit S. 757). Pflüger konnte den Oeffnungstetanus, sogleich wieder verschwindet, sowie man den polarisirenden Strom wieder schliesst, Beweise seines oben dargestellten Satzes über den Ort der Erregung verwerthen. Bei steigendem Strome ist bei der Oeffnung desselben die obere Nervenstrecke im Zustand vergehenden Anelectrotonus, schneiden wir diese Nervenstrecke ab durch einen Sc zwischen den Electroden des geöffneten Stromes, so hört der Tetanus, da der Grund für Zustandekommen wegfällt, sofort auf. Bei aufsteigend gerichtetem Strome ist dieses Ex riment selbstverständlich nicht ausführbar; dagegen hat A. Fick gezeigt, dass das Pflü sche Zuckungsgesetz m. m. auch für schief den Nerven durchsetzende electrische St Geltung behält.

Donders zeigte, dass für die Wirkung der Hemmungsnerven (Vagus) wie das setz der electrischen Nervenerregung S. 758, so auch das Zuckungsgesetz seine Geltung h als Hemmungsgesetz. Mit von 0 ab zunehmender Stromstärke kommen die Hemm wirkungen in folgender Ordnung zum Vorschein: *a.* bei Schliessung des aufsteigenden, *b.* Schliessung des absteigenden Stromes, *c.* bei Oeffnung des absteigenden, *d.* bei Oeffnu aufsteigenden Stromes.

Durch die Untersuchungen von v. Bezold ist es erwiesen, dass das Zuckungsge Nerven ebenso für den s. v. v. seiner Nerven beraubten Muskel mit Curare ve Frösche seine Geltung hat. Es ist dieses der Hauptbeweis dafür, dass der Muskel s freilich in sehr geringem Grade, in den electrotonischen Zustand überg kann, da wir ja sehen, dass das Zuckungsgesetz sich lediglich aus jenem erklärt (S. 7

Electrotonus des Rückenmarks. — Ein dem Electrotonus am Nerven analog stand lässt sich auch am Rückenmark von Fröschen erzeugen durch das Hindurchleite konstanten electrischen Stromes in der Längsrichtung des Organs (die Querrichtung i bald der Strom nicht zu stark ist, wodurch Stromschleifen entstehen, unwirksam), g gültig, ob auf- oder absteigend. Unter diesen Umständen werden die electr Rückenmarksmoleküle säulenartig polarisirt; sie bilden unter der Einwirkung der electr Richtkraft bis zu einem gewissen Grade gewissermassen starre Säulen, wodurch die Mol verhindert werden, sich in einer im Winkel auf ihre Polarisationsaxe stehenden Richt bewegen.

Der Effect der Durchleitung des keine Zuckungen erregenden, konstanten Strom nun der, dass das Rückenmark seine Fähigkeit, auf Hautreize Reflexbewegungen zulösen, vollkommen verliert oder wenigstens bedeutend vermindert zeigt. Sowie der wieder geöffnet ist, kommen entweder momentan oder nach einer Zeit der Nachwirku Reflexe zurück (J. Ranke). Es wird uns diese Wirkung des konstanten Stromes verstä wenn wir daran denken, dass die Reflexvermittelung auf Querleitung im Rückenmarke b Dieser Erregungsleitung in der Querrichtung, die wir uns als eine Molekularbewegu denken haben, steht die oben geschilderte säulenartige Polarisation entgegen, die als mung der Bewegung in der geforderten Richtung wirkt. Der normale electrische Strom Gewebe äussert eine analoge Wirkung auf die letzteren, wie die in ihren Effecten bisher sprochenen, von aussen her einwirkenden electrischen Ströme. Es nehmen auch unter Einwirkung die Gewebsmoleküle eine bestimmte Stellung, eine Art Polarisation an, wie jene. Die Moleküle werden von den normalen electrischen Gewebsströmen in einer besti ten Richtung festgehalten werden, es gehört auch hier ein Kraftaufwand dazu, grösser die Richtkraft, um in ihnen Stellungsveränderungen zu veranlassen. Die Fros stromwirkungen cf. unten.

Einwirkung des konstanten Stroms auf das Gehirn. — Leitet man einen kons ten Strom, dessen Pole in die Ohren (Purkinje) oder noch besser in die Gruben hinter Ohrläppchen (Hitzig) angelegt werden, durch den Kopf, so tritt Schwindelempfind ein. Die äusseren Gegenstände machen in einer dem Gesicht parallelen senkrechten Eb

bewegungen am positiven Pol nach aufwärts, am negativen nach abwärts. Nach dem n der Kette tritt für längere oder kürzere Zeit Schwindel in der entgegengesetzten Richln (PURKINJE, BRENNER, HITZIG). Bei starken Strömen sah HITZIG bei Schliessung (be-) Schwankung des Kopfes oder Körpers nach der Anode, bei Oeffnung in umgekehrter ng. Gleichzeitig treten unbewusste, an Nystagmus erinnernde Augenbewegungen ein, nen er schliesst, dass bei der Stromrichtung von links nach rechts auf dem linken Auge des Oculomotorius und der Trochlearis, auf dem rechten Auge andere Theile des Ocurius und Abducens in eigenthümlicher Art erregt werden und umgekehrt. HITZIG , dass dieser Erregungszustand der intracraniellen Nerven PFLÜGER-' Electrotonus sei, von der Stromrichtung im Nerven in analoger Weise wie an ripheren Nerven bedingt. Ist, wie bei querer Durchleitung, die Stromrichtung in beimmetrischen Hirntheilen entgegengesetzt, so erscheint auch die Veränderung in beiden engesetzt und es erfolgen Reizungserscheinungen. Ist die Stromrichtung in beiden Hirn- die gleiche — wenn man die eine Electrode auf den Nacken, die andere gabelförmig t auf die beiden Ohrpauken aufsetzt (BRENNER) —, so fehlt der Schwindel und die nerrregbarkeitsänderung bleibt ohne wahrnehmbare Zeichen, indem sie auf beiden Seiten eitig positiv oder negativ ist. Den Schwindel erklärt HITZIG theils aus den Augenbegen, Gesichtsschwindel, theils aus einer directen Beeinflussung des Gleichhtsorgans (cf. unten halb cirkelförmige Canäle und Electrotonus der Netzhaut).

deutung des electrischen Stromes für die Nerven und Muskeln. — Unsere htungsweise gibt uns einige Fingerzeige für die Beurtheilung der bisher betrachteten dung der electrischen Eigenschaften der Gewebe mit ihrer Erregbarkeit.

n Electrotonus sehen wir den Nerventheil, dessen ableitbarer Strom verminist — die katelectrotonische Strecke = negative Phase des Electrotonus — in dem Zuerhöhter Erregbarkeit; umgekehrt sehen wir Verminderung der Erregbarkeit in der rotonischen Strecke, in welcher sich der Nervenstrom verstärkt zeigt = positive Phase ctrotonus. Die Richtkraft, unter deren Einwirkung die Moleküle stehen, nimmt, wie nt, mit der Intensitätsveränderung des ableitbaren electrischen Nervenstromes in n Sinne ab und zu. Der Nervenstrom selbst ist demnach als Bewegungshemmung sen.

raus erklärt sich auch die Beobachtung v. BEZOLD's und BERNSTEIN's, dass die negaSchwankung des electrischen Gewebsstromes in die Zeit der latenten Reizung, also en Eintritt der Erregung selbst fällt. Es muss die Richtkraft des Nervenstroerst geschwächt werden, ehe es dem Reize gelingt, die Moleküle in die Lagerung zu , welche dem erregten Zustande entspricht.

r dürfen darnach weiter schliessen, dass auch sonst bis zu einer gewissen Grenze die arkeit der electromotorisch wirksamen Gewebe zunimmt mit der Abschwächung ihrer en Stromentwickelung; die Hemmung der Bewegung wird geringer werden in Folge sachen, die den electrischen Muskel- und Nervenstrom schwächen, ohne die Lebenschaften der betreffenden Gewebe zu vernichten. Die praktische Beobachtung rechtferse Annahme vollkommen. Wir sehen nach dem Abtrennen des Nerven vom Rückenls Erscheinung des Absterbens die Erregbarkeit zuerst steigen. Wir sehen ter bei Fröschen, wenn vielfältig der Muskelsaft schon des ruhenden Muskels durch tionsstörungen sauer ist, wenn die Muskeln sehr wasserreich sind und durch beide te die Intensität des Muskel- und Nervenstromes ganz darniederliegt und durch anorrichtete, krankhaft verstärkte parelectrotonische Ströme von der Sehne aus noch weiter ächt wird, Nerv und Muskel schon auf die kleinsten Reize mit den heftigsten Krampfn antworten; nach vorausgegangenem Tetanus, der den normalen Strom schwächt, wir die Erregbarkeit besonders der Nerven erhöht. So wird es uns auch erklärlich. wir bei wässerigen, muskelschwachen Individuen, z. B. bei chlorotischen Frauen so auf verhältnissmässig schwache äussere Reize Krämpfe auftreten sehen.

er normal starke in der Längsrichtung das Rückenmark durchfliessende eigene elec-

trische Strom polarisirt wie der Froschstrom (S. 737) die Rückenmarksmolekül
darf einer durch sensible Reize zugeleiteten negativen Stromschwankung im Rüc
um die Reflexquerleitung zu ermöglichen.

Die Nervenstämme, wenigstens die der unteren Extremitäten, sind ebenfalls
einem starken aufsteigenden electrischen Strom: dem Froschstrome durchfl
ihre Moleküle polarisirt. An der Eintrittsstelle der Nerven in ihren Muskel, an d
lichen Nervenquerschnitt, herrscht daher Anelectrotonus, dort ist die Nervene
etwas herabgesetzt. Auch der ausgeschnittene Gastrocnemius des Frosches zeigt
steigenden Strom, der die Eintrittsstelle seines Nerven polarisirt. Darauf lassen
die Unterschiede der Erregbarkeit an verschiedenen Stellen d
Nerves (Ischiadikus) reduciren, welche von Pflüger und Heidenhain an der Ei
im Gegensatz gegen höher gelegene Nervenstrecken gefunden wurden. Beide Au
die Erregbarkeit in der Nähe des Nerveneintrittes in den Muskel geringer als
teren Stellen. Nach Heidenhain sinkt die Erregbarkeit vom Muskel weg erst
um dann erst zu steigen. Dass die Stärke des Nervenstromes und also noch me
kelstromes ausreicht, um Polarisation im Nerven zu erzeugen, ist von Pflüger dir
worden. Er konnte seine Electrotonusphasen erzeugen durch Anlegung eines
und Längsschnittes an den auf seine Erregbarkeit zu prüfenden Nerven. Es erk
Erscheinung der oben (S. 759) erwähnten »ausgezeichneten Nervenstell
mit erhöhter Erregbarkeit.

Wir haben den electrischen Strom der Gewebe in vielseitiger Abhängigkeit
schen Bedingungen gefunden. Es ist keine Frage, dass er ebenso, wie er von di
wird, gleichzeitig bedingend auf die Richtung der chemischen Zersetzungsvorg
betreffenden Geweben einwirkt.

Die electrischen Fische.

Bei Torpedo und Narcine (Zitterrochen), Gymnotus (Zitteraal),
urus (Zitterwels) finden sich in verschiedener Anordnung electris
gane, nervöse Apparate, die auf Einwirkung willkürlich oder re
gereizter Nerven zu electrischen Batterien werden, welche, wie e
sche Säule, kräftige electrische Schläge mehrmals nach einander, ab
nehmender Stärke ertheilen können. Im Ruhezustand geht den Or
geschilderte Vermögen ab, im Zustand der Ermüdung nach mehreren
ist es nur noch schwach oder spurweise vorhanden. Trotz der morph
Verschiedenheit bei den einzelnen Gattungen zeigt sich doch ein
Gleichförmigkeit im Bau der electrischen Organe. Sie setzen sich im
nen aus einer grossen Zahl von mit bindegewebigen Wandungen ums
Säulen zusammen, welche, meist durch zahlreiche häutige Querplatte
einander geschichtete Kästchen zerfallen. Jedes Kästchen enthält ein
nige, mit grossen Kernen durchsetzte Nervenendplatte und eine Lage v
gewebe in regelmässig alternirender Folge. Die Nervenendplatten
Stätten der Electricitätsentwickelung, die Gallertscheiben werden
Anordnung der Volta'schen Säule als feuchte Leiter angesprochen; a
tung betheiligt sich auch die Bindegewebshülle der Kästchen, welche a
organ dient und Nerven und Blutgefässe zuleitet. Jede Quersch
nimmt ein reiches Nervennetz auf, dessen Hauptstämme entweder de
minus und Vagus (Torpedo) oder Spinalnerven entstammen.
für alle Säulen desselben Organs gleichen Fläche breiten sich diese
netze aus und bilden die electrische Platte, deren eine (die fre

e sich positiv die andere und zwar jene, an welcher die Nerven verschmel- negativ electrisch verhält. Bei Malapterurus durchbohren die Nerven :ndplatten und bilden ihre Nervennetze auf der entgegengesetzten Fläche, ıe dadurch zur negativ electrischen wird, während jene Fläche, welche Nerv zuerst erreicht, wo er sich auch, ohne die Platte zu durchbohren, en übrigen electrischen Fischen verbreitet, im Gegensatz gegen die sonst ıchteten Verhältnisse zur electropositiven wird. Die electrischen Organe ı bei den verschiedenen electrischen Fischen an sehr verschiedenen Kör- ellen. Beim Zitterrochen vereinigen sich jederseits zahlreiche, relativ : Säulchen zu einem flachen, aber breiten Organ unter der Haut zwischen Kiemensäcken und dem weiten Bogen der Schädelflossenknorpel. Den hen mangeln die Querscheidewände, von unten her treten die Nerven in Kästchen ein, verbreiten sich sammt den Gefässen im Gallertgewebe und ı von der Bauchseite aus in die Nervenendplatten über, die dorsale Seite des ıs wird dadurch zur positiven, die ventrale zur negativen. Der Zitter- A. v. Humboldt) besitzt an jeder Schwanzseite zwei electrische Organe, ınggestreckten horizontal liegenden Säulen gebildet. Die Kästchen stehen ıkrechter Anordnung hinter einander, die Nerven treten von der hinteren e ein, die hintere Seite der Endplatten und damit die Schwanzseite des es ist electronegativ. Der Zitterwels (Bilharz, du Bois-Reymond) zeigt, r der oben erwähnten Besonderheit, durch welche sein Schwanzende po- sein Kopfende negativ wird (Ranzi), noch in mehrfacher Beziehung ab- ıende Verhältnisse. Die electrischen Organe erstrecken sich längs des ›fes unter der Haut, durch eine dünne mediane Scheidewand der Rücken- Bauchseite abgegrenzt. Die von Bindegewebe umhüllten unregelmässig bischen Kästchen ordnen sich nicht zu regelmässigen Säulchen, sondern n in alternirenden Reihen. Alle Nervenverzweigungen in den Kästchen en einer einzigen colossalen Primitivfaser an, welche zwischen dem zwei- nd dritten Spinalnerven entspringt und aus einem colossalen reich verästel- anglion hervorgeht.

Im Bau den geschilderten entsprechende Organe der Nilhechte (Mormy- und der Stachelrochen scheinen keiner electrischen Wirkungen fähig zu sie werden als pseudo-electrische Organe bezeichnet.

Der Bau der electrischen Organe hat zu Vergleichung dieser mit den Mus- geführt. Man vergleicht die Kühne'schen Nervenendplatten in den quer- eiften Muskeln morphologisch, und indem man ihnen hypothetisch eine ge electrische Wirkung zuspricht, mit den Nervenendplatten der electri- ı Organe. Die electrischen Endplatten sind im Muskel auf die contractilen rn aufgesetzt, die auf Nervenreiz erfolgende electrische Entladung der er- n bringt die Muskelfasern zur Zuckung. Andererseits erscheint nach die- Anschauung das electrische Organ als ein Muskel, aus welchem man alle actile Substanz entfernt und die Endplatten, nur durch eine Schicht elec- h leitenden Gewebes von einander geschieden, zu einer Säule geordnet einander gelegt hat.

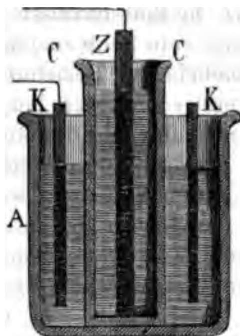
Auffallend ist die Unempfindlichkeit der electrischen Fische gegen ihren ıen Strom. Während sie Fische und andere ihnen zur Nahrung dienende re mit ihrem electrischen Schlag lähmen, leiden sie selbst nicht, obwohl

der Schlag auch sie durchsetzt (du Bois-Reymond, Boll). Du Bois-
zeigte, dass die electrischen Fische ebenso gegen electrische Schläge
er experimentell durch das Wasser, in dem sie sich befanden, lei
welche andere, in demselben Wasser und Behälter gleichzeitig b
Thiere betäubte und tödtete, fast ganz unempfindlich waren. Absolu
Immunität nicht, der electrische Fisch (Torpedo) ist durch äussere E
zum Zucken zu bringen, freilich erst durch stärkere Schläge als and
und sonstige Wasserthiere, er zuckt, wenn auch gering, doch wal
selbst auf seinen eignen Schlag, er kann durch letzteren Exempl
Species zu schwachen Zuckungen veranlassen (J. Steiner).

III. Medicinisch-electrische Apparate und Ver

Konstante electrische Ketten. — Als konstante Ketten wendet m
weise drei an: die Daniell'sche, die Grove'sche und die Bunsen'sche.

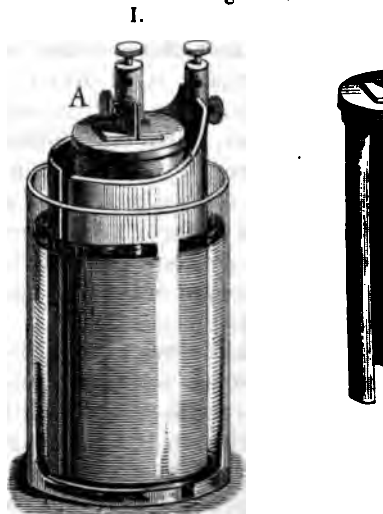
Fig. 182.



Daniell'sches Element auf dem Durchschnitt. *A* Glasgefäss, in welchem in Kupfervitriollösung das cylindrisch gebogene Kupferblech *K* steht. *C* Diaphragma mit Schwefelsäure und Zinkcylinder *Z*.

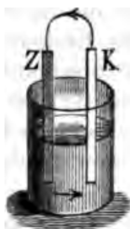
Fig. 183.

I.



Grove'sches Zink-Platin-Element. I. Das El
mengestellt. Im äusseren Glase steht das Zin
Schwefelsäure, innerhalb des Zinkcylinders s
diaphragma, in welchem in concentrirter Sal
S-förmig gekrümmte Platinblech II. steckt. A
ein Deckel, um die Dämpfe der rauchenden S
Diaphragma möglichst zurückzuhalten. *A*. a
mit einer Klemmschraube versehen, eine gleich
am Zink zur Aufnahme der Leitungsd

Fig. 184.



Zink *Z* und Kupfer *K* in verdünnter Schwefelsäure, die Pfeile geben die Stromrichtung an.

In allen dreien findet sich als
Metall Zink und zwar amalgamirt, u
trischen Ungleichartigkeiten seiner Ober
lichst auszugleichen. Es steht in einem I

rannntem Thon in verdünnter Schwefelsäure (auf 1000 ccm destillirten Wassers 25 ccm centrirten Säure). Das Kupfer in den DANIELL'schen Ketten ist in eine concentrirte von schwefelsaurem Kupferoxyd eingesenkt, in die, um sie stets concentrirt zu erhalige Krystalle ungelösten Kupfervitriols geworfen werden. Schwefelsäure und Kupferteben durch die Poren des Diaphragma in Berührung. In den GROVE'schen Elementen Stelle des Kupfers Platin, in den BUNSEN'schen Kohle (Gaskoake), beide in concentrirstersäure, das Zink in derselben Schwefelsäure wie bei den DANIELL'schen Ketten. tromotorische Kraft der GROVE'schen und BUNSEN'schen Ketten ist etwa 1,8 mal grösser der DANIELL'schen (Fig. 182, 183). Am Zink ist der negative, an dem an-Metall (Kupfer, Platin oder Kohle) der positive Pol.

h inkonstante Ketten werden in der Therapie hier und da, wo es zwar auf kräfr kurzdauernde Wirkungen ankommt, benutzt. Bei ihnen findet keine vollkommene der durch Electrolyse gebildeten Ionen statt. Es stehen die zwei Electricitätserz. B. Zink und Kohle — in der gleichen Flüssigkeit, entweder Schwefelsäure oder ure.

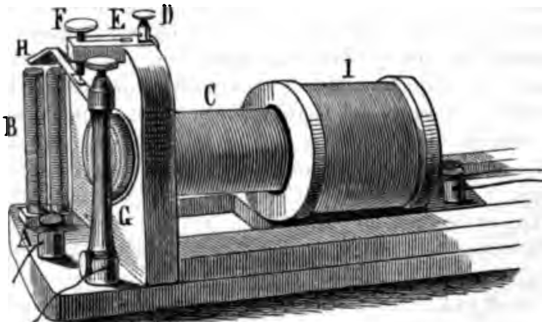
die Wirkungen der galvanischen Ketten zu verstärken, combinirt man mehrere, r indem man alle positiven und alle negativen Pole der einfachen Ketten mit einander et (durch Klemmschrauben oder Löthung), oder indem man abwechselnd je einen n und einen negativen Pol vereinigt. In dem ersteren Falle bildet man aus allen posid negativen Metallen gleichsam eine grössere einfache Kette, es wird die electrische ng von der einen Kette zur andern geleitet, an den freibleibenden Polen summirt sich tricität aller einzelnen. Man wendet diese Methode vor Allem dann an, wenn die stände in der Leitung ausserhalb des Elementes gering sind, wie zum Bei der Galvanokaustik, wo sich nur metallische Leiter finden. Bei den thierischhen Versuchen so wie bei der Anwendung der Electricität auf den menschlichen er einen sehr grossen Leitungswiderstand bietet, ist die zweite Art der Combina vortheilhaft. Fig. 184 gibt die Stromrichtung an.

rische Reizapparate. — Zur Erregung der Muskeln und Nerven dienen plötzsitätsschwankungen des einwirkenden electrischen Stromes, da ein konstanter gewöhnlich nicht erregend wirkt. Am einfachsten sind solche Intensitätsschwanrch Oeffnen und Schliessen stärkerer konstanter Ströme zu erreichen. Man sieht mal am Froschmuskel eine lebhafte Zuckung, bei starken Strömen fühlt man einen Schmerz, während bei konstantem Andauern des Stromes der Schmerz weniger int und gewöhnlich keine Muskelcontractionen eintreten. Es sind am besten zum er Erregung Ströme anzuwenden, welche nicht konstant sind, nur kurze Zeit dauern, dieser Zeit aber rasch zu einer bestimmten Höhe anwachsen und dann sogleich wiehmen. Lässt man derartige Ströme in rascher Aufeinanderfolge durch Muskel oder eben, so erhält man keine einzelne, sondern eine dauernde Erregung: Tetanus. e kurzdauernde, stark erregend wirkende Ströme sind vor Allem die Inductionsn nennen. Die Inductionsapparate leisten Alles, was man in dieser Beziehung n kann, wenn sie wie der Schlittenmagnetelectromotor von DU BOIS-REY-. 185) gestatten, nach Belieben schwache und starke Ströme anzuwenden und diese erer oder geringerer Schnelligkeit sich folgen zu lassen.

haben an ihm die primäre C und die secundäre Rolle I, die in einem Falze, in welchem däre Rolle schlittenartig sich verschieben lässt, leicht von einander beliebig entfernt, weit, dass keine Induction mehr erfolgt, oder im Gegentheile ganz über einander n werden können. Dadurch ist es möglich, die Intensität der Inductionsströme beverringern und zu vergrössern, die grössere oder geringere Annäherung der Rollen eine sehr zarte Abstufung der Stromstärken. Letztere können noch durch Einlegen ausnehmen des Drahtbündels in der primären Spirale in anderer Weise regulirt Die Raschheit des Oeffnens und Schliessens des inducirenden electrischen Stromes, Erzeugung für physiologische und ärztliche Zwecke gewöhnlich vollkommen ein

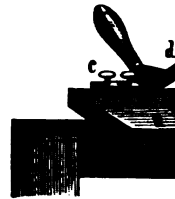
einziges mittelgrosses DANIELL'sches Element ausreicht (nur unter besonderen Fälle man eines GROVE'schen oder BUNSEN'schen Elementes), kann durch feines Verschraub über dem electrisch bewegten Hämmerchen angebrachten Schräubchens *F* verändert durch tieferes Einschrauben desselben wird die Entfernung des Hämmerchens von se Ambos dienenden Electromagneten verringert, damit auch seine Schwingungsdaue Zeit der Oeffnung und Schliessung. Das genannte Schräubchen, das in eine fei ausläuft, leitet dem Hämmerchen den bewegenden electrischen Strom zu, man sieht ihm und dem letzteren, wenn der Apparat spielt, Funken überspringen, welche das Hämmerchens oxydiren. Um letzteres möglichst zu verhüten ist ein Platinblättchen Schraubenspitze auf den Hammer gelöthet, das, trotzdem das Platin sehr schwer ist, manchmal geputzt werden muss, um die metallische Berührung und damit den Apparates fortdauern zu lassen. Der Strom wird dem Apparat durch zwei Klemm *A* und *G* zugeleitet, von denen sich die eine am Fusse des den Hammer tragenden S die andere unten neben diesem befindet. Jede ist gewöhnlich mit einem Buchstabe Z bezeichnet, zur Andeutung, dass die eine für Aufnahme des Zink-, die andere f

Fig. 185.



Schlittenmagnetelectromotor. *G* primäre, *I* secundäre Inductionsrolle. *B H* Electromagnetisches Unterbrechungshämmerchen mit der Stellschraube. *F* Klemmschrauben zur Zuleitung des konstanten Stromes (1 DANIELL) an *I* unten die Klemmschrauben zum Ableiten der Inductionsströme, Verbindung mit den reizenden Electroden.

Fig. 186.



Schlüssel zum Teta
a Platte von Hartkauts Holzschraube befestigt singklötze mit je zw schrauben zum Aufn Drähten. *d* Messinghebe habe, mit *c* durch ein Me leitend verbun

Kupferpoles bestimmt ist. Die gleichbleibende Wahl der einen oder anderen Klemn für Zink oder Kupfer hat vor Allem den Zweck, die Stromrichtungen in dem Magn motor gleichmässig zu halten. Die inducirten Ströme in der secundären Spirale wie wir gesehen haben, beständig in ihrer Richtung. Der Oeffnungsstrom verläuft schneller als der Schliessungsstrom, er wirkt daher auch weit energischer als diese praktisch nur seine Richtung in Betracht kommt. Die Versuche ergeben nun, dass di durch Inductionsströme an der negativen Electrode (an welcher der Strom de wieder verlässt) weit stärker ist als an der positiven (an welcher der Strom eintr thut daher gut, die reizende Electrode (für die Muskeln die kleinere, für die Hautn Pinsel) mit derjenigen Klemmschraube der secundären Spirale zu verbinden, welch Oeffnungs-Inductionsstrom die negative Electrode ist. An der secundären Spirale fi ebenfalls zwei Klemmschrauben, welche zur Aufnahme der als Electroden dienend dienen (Fig. 185). Gemeiniglich leitet man diese letzteren zuerst zu einem sog Schlüssel. Sehr zweckmässig ist dazu DU BOIS-REYMOND's Schlüssel zum Tetan der auf eine Holzschraube befestigt wird, um ihn beliebig an einen Tisch anzusc Der Schlüssel selbst besteht aus zwei isolirt auf gehärtetem Kautschuck *a* befestigten klötzchen *c* und *b*; an *C* ist ein Messinghebel *d* mit einer beinernen, also isol Handhabe versehen angebracht (Fig. 186). Drückt man ihn an seiner Handhabe ni

ler sich an den anderen Klotz an und setzt ihn in gut leitende Verbindung mit dem ersten. er der beiden Klötze hat zwei Durchbohrungen, in welche man durch Schrauben Drähte klemmen kann. Leitet man nun die zwei Drähte der secundären Spirale in je einen soln Klotz und von jedem Klotze weg je eine der zur Reizung zu verwendenden Electroden schliesst den Schlüssel durch Niederdrücken des Hebels, so bildet dieser Hebel eine eitende Brücke (Nebenschliessung) zwischen den offen gedachten oder an einen Körper starkem electrischen Widerstand, z. B. an der Haut oder an einen Nerven angelegten troden. Die Inductionsströme nehmen unter diesen Umständen ganz diesen besser leilen Weg, so dass bei geschlossenem Schlüssel keine Wirkung eintritt. wenn er geöffnet ist, brechen die Inductionsströme in den Electrodenkreis herein und ngen betreffenden Falles die geforderte Erregung. Schlittenapparate zu therapeutischen eken sind meist in einem Kasten eingeschlossen; es finden sich gewöhnlich auch schon se Schlüsselvorrichtungen an ihnen angebracht, die die eben genannte unnöthig machen.

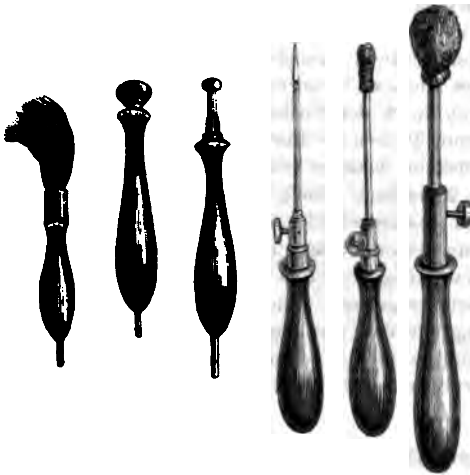
Zu therapeutischen Zwecken wurden früher fast ausschliesslich Inductionsapparate nicht Electromagneten wie der beschriebene du Bois-Reymond'sche Schlitten, sondern mit ahlmagneten benutzt. Sie haben den Vortheil, dass sie stets sogleich zum Gebrauche g sind, ohne dass erst ein galvanisches Element hergerichtet und angeschraubt werden ste. Doch wird dieser Vortheil reichlich durch den Nachtheil aufgewogen, dass der Ap- zu seiner Bedienung einen Gehülfen zum Drehen der Kurbel bedarf. Dazu kommt noch, ier die Stromschwächung und Verstärkung weniger leicht und in geringeren Grenzen ist als bei den eben beschriebenen Apparaten. Doch werden sie noch jetzt vielfältig : Saxton'sche Maschinen oder magneto-electrische Rotationsapparate. rke einer Saxton'schen Maschine hängt von der Stärke ihres Magneten, der Windungsl ihrer Rollen und von der Geschwindigkeit des Drehens ab. Man kann die e also durch Schwächung des Magneten reguliren, welche man durch Anlegung eines ankers, je näher den Polen, desto eingreifender, erreichen kann. Gewöhnlich ist auch eine Schraubenvorrichtung angebracht, welche es erlaubt, die Inductionsrollen mehr weniger von den Magnetpolen abzurücken, wodurch die Wirkung auch herabgesetzt en kann.

Physiologische und therapeutische Electroden. — Die electrischen Ströme der n genannten Instrumente werden den physiologischen Präparaten durch sogete Electroden zugeleitet. Diese Electroden sind gewöhnlich zwei einfache Drähte, am Platindrähte, mit denen man die zu reizenden Organe metallisch berührt. Man kann Drähte mit der Hand während der Reizung halten. Natürlich müssen sie dazu an der , wo man sie berührt, mit einer isolirenden Schicht, Glas- oder Kautschukröhrchen, ogen sein. Auch Griffe von Bein in bequemer Form isoliren meist genügend. Kommt i physiologischen Reizversuchen darauf an, die Polarisation vollkommen zu vermei-, so kommen die beschriebenen du Bois-Reymond'schen unpolarisirbaren Electro- in einer modificirten Form zur Verwendung: Glasröhrchen, deren eines offenes Ende feuchtem plastischem Thon, getränkt mit 0,7—1 pCt. Kochsalzlösung, verschlossen ist, den als Spitze, der mit der Hand jede beliebige Form gegeben werden kann, vorstehen . Diese Thonspitzen werden an die zu reizenden Nerven oder Muskeln direct angelegt. Röhrchen ist mit concentrirter Zinkvitriollösung gefullt, in welche ein schmales amalgas Zinkblech getaucht ist, das bis gegen den Thonboden des Röhrchens herabreicht. An Zinkblech ist der Leitungsdraht, der die Electroden mit dem electrischen Apparat verbin- angelöthet.

Die Electroden für therapeutische Zwecke haben eine wesentlich von den n beschriebenen verschiedene Gestalt. Sie haben den Zweck, electrische Reizung durch trockene Oberhaut des menschlichen Körpers hindurch zu vermitteln, welche für sich die trischen Ströme nicht leitet, wie alle hornähnlichen Materien, die ja als Isolatoren benutzt den können. Die Schweissdrüsen, welche die Epidermis durchsetzen, sind dagegen

feucht, sie leiten die Electricität, welche also, wenn sie auf die trockene Haut ang wird, allein diese Wege in die Tiefe nimmt. Sie erreicht dadurch, das sie sich durch Oeffnungen gleichsam hindurchzwängen muss, in diesen eine sehr bedeutende Inten eine heftige Reizung der direct betroffenen Hautnerven hervorbringt. Die Gesammti der Ströme wird aber durch diese feine Vertheilung in Stromfäden und den enorm widerstand so bedeutend geschwächt, dass sie kaum zur Reizung der unter der Hau den Muskeln und Nerven ausreicht, die überdies durch die Erregung der Hautne schmerzhaft wird. Dagegen kann in manchen Fällen die Schmerzerregung t tischer Zweck sein. Die Electroden, wenigstens die eine muss dann stets auf die Hautstelle, die gereizt werden soll, angelegt werden. Man gibt gern der Electrode man eine Hautstelle schmerzhaft reizen will, die Gestalt eines Pinsels aus Drahtf dem man die Haut bestreicht, welche dadurch leicht und stark erregt werden kann

Fig. 187.



Therapeutische Electroden.

Kommt es dagegen d die unter der Haut liegend zu erregen, so muss der W der Epidermis möglichst ge werden. Man erreicht dieses feuchten der letzteren mit Wasser oder Kochsalzlösung. auf eine solche künstlich für tät durchgängig gemachte Hau mit feuchtem Schwam Leder überzogenen E den auf, so fliesst der Str zusammenhängend durch und erregt die Hautnerven s niger, dagegen kräftiger d liegenden Muskeln und Ner Electroden werden dazu nahe an einander aufgesetzt Intensität des Stromes an stimmten Stelle, die gereiz soll, möglichst gross werde sen. Will man den Muskel oder Muskelnerven reizen, so ist die eine eine breite feuchte Platte, welche man auf die gut durchfeuchtete Haut nahe dem zu den Muskel oder auf diesen selbst aufdrückt. Die reizende Electrode ist klein, feuch wohldurchfeuchtete Haut aufzudrücken über dem zu reizenden Muskel oder seinem Bei der Hautreizung dagegen werden die Electroden möglichst weit von eina dem entgegengesetzten Grunde, angelegt. Die eine breite Electrode (feuchte Plat dabei auch feucht angelegt werden, um möglichst wenig Schmerz zu erregen, wäh mit der anderen (Pinsel oder trockene Platte) die zu reizende Hautstelle bestreicht.

Für die Anwendung der konstanten Ketten kommen ganz dieselben Re Geltung wie für die Inductionsströme. Stets wird man im Auge haben müssen, das Orte, an dem die Wirkung eingeleitet werden soll, die Dichtigkeit des Stromes rela lichst bedeutend sei. Auch hier gelten dieselben Gesichtspunkte für Anlegung der El (man verwendet die gleichen wie für die Inductionsströme). Gilt die Einwirkung den Gebilden unter der Haut, wie es wohl meist der Fall sein wird, so hat man sich wie d feuchter Electroden zu bedienen. Will man im Allgemeinen auf tiefere Theile wirken dient man sich zweier feuchter, grosser Electroden; will man eine Wirkung an e stimmten Stelle, so wird man die eine Electrode klein sein lassen, um, auf die zu e rende Stelle aufgesetzt, hier eine möglichst bedeutende Stromstärke zu bewirken.

Den Muskel kann man am besten von seinem Nerven aus zur Zusan

ingen. Duchenne fand, dass man von bestimmten Punkten der Hautoberfläche ln, wenn man dort die reizende Electrode aufsetze, am besten und vollständig- nmenziehung bewegen könne. Er nannte diese Stellen: »Punkte der Wahl«. dafür den bezeichnenden Ausdruck: motorische Punkte und sprach zuerst e Stellen den unter der Haut liegenden Eintrittspunkten der Nerven in die Mus- ıen. Ziemssen hat die bis dahin bekannten motorischen Punkte als die Eintritts- rven in die Muskeln anatomisch erwiesen und eine Anzahl neuer festgestellt.

ung der Nerven im Gesichte liegt die breite feuchte Electrode auf dem Rücken. ich hier wie bei den Sinnesnerven nur sehr schwacher Ströme!! Um das zu electrisiren, setzt man die eine (kleine) Electrode auf den inneren Augen- rosse auf die Schläfe. Zur Erregung des Gehörnerven füllt man das Ohr mit und bringt einen Draht hinein, die breite Electrode liegt wie oben auf der ie Knochen die Electricität auch leiten, so kann man mit entsprechenden Strom- len Centralorganen des Nervensystemes (Rückenmark und Gehirn) electrische n.

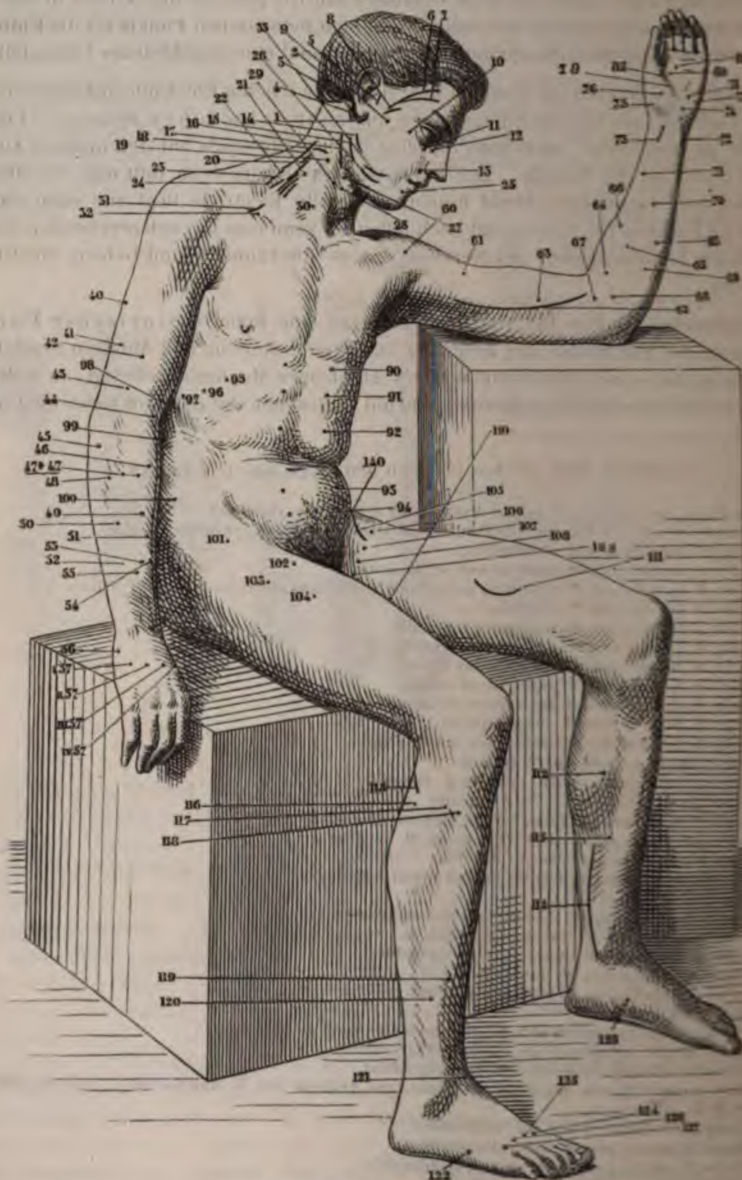
chstehenden Fig. 188 sind nach Ziemssen eine Reihe motorischer Punkte ng der Electroden zur Erregung bestimmter Nerven und Muskeln bezeichnet. ist nach einer Photographie eines 26jährigen Mannes angefertigt, an welchem otorischen Punkte aufgesucht und mit Höllenstein auf die Haut bezeichnet hatte.

Tabelle der motorischen Punkte nach Ziemssen.

les N. facialis nach seinem Austritt aus dem Foram. stylomast.
s N. facialis zu den Mm. retrahentes und attollens auriculae (hintere Portion).
s N. facialis zum M. occipitalis.
s N. facialis zum M. tragicus und antitragicus.
s N. facialis zum M. attrahens auriculae und attollens auriculae (vordere Portion).
s N. facialis zum M. frontalis.
s N. facialis zum M. corrugator supercilii.
s N. facialis zum M. orbicularis palpebrarum.
s N. facialis zum M. zygomaticus major.
s N. facialis zum M. zygomaticus minor.
s N. facialis zum M. levator lab. super. et alae nasi.
s N. facialis zum M. compressor nasi.
s N. facialis zum M. levator lab. super. propr.
te (Rami buccales) des N. facialis.
te (Rami subcut. maxill. inf.) des N. facialis.
e (Rami subcut. colli) des N. facialis.
s N. accessorius Willisii zum M. sternocleidomast.
r Ast des N. accessorius Willisii zum M. cucullaris.
r das Platysma myoides aus dem Plex. cervicalis.
s Plexus cervicalis zum M. levator anguli scapulae.
phrenicus.
is scapulae zum M. rhomboideus und serratus postic. sup.
ici posteriores (N. thorac. long.) zum M. serratus magnus.
scapularis zum M. supra- und infraspinatus.
s N. facialis zum M. quadratus menti.
s N. facialis zum M. triangularis menti.
lossus.
r Ansa N. hypoglossi zum M. amohyoideus.
r Ansa N. hypoglossi zum M. sternothyreoideus.
r Ansa N. hypoglossi zum M. sternohyoideus.
äusseres Bündel des Plex. brachialis, aus welchem der N. musculocutan. und ein Theil des nus entspringen.
ici anteriores zu den Mm. pectorales.
s N. facialis zum M. quadratus menti.
s N. radialis zum Caput extern. M. tricipitis.
is.
arer Ast des N. radialis zum M. brachialis internus.
ntrittsstelle (vom Muskel bedeckt) zum M. supinator longus.
ntrittsstelle (vom Muskel bedeckt) zum M. radialis externus long.
des N. radialis zum M. anconaeus quartus.
ntrittsstelle zum M. radialis externus brevis.

Nro. 47. }
- 47. a } Aeste des N. radialis zum M. extensor digitor. communis.
- 48. Nerveneintrittsstelle zum M. ulnaris externus.
- 49. Gemeinsame Reizungsstelle für den M. abductor pollicis longus und extensor digiti indicis proprii.

Fig. 188.



Motorische Punkte nach Ziemssen.

Nro. 50. Motorischer Punkt für den M. extensor digiti minimi proprius.
- 51. Motorischer Punkt für den M. abductor pollicis longus.
- 52. Motorischer Punkt für den M. extensor indicis proprius.

Gemeinsamer motorischer Punkt für die Mm. extensores pollicis longus und brevis.
Motorischer Punkt für den M. extensor pollicis brevis.
Motorischer Punkt für den M. extensor pollicis longus.
Motorischer Punkt für den M. abductor digiti minimi.
I. II. III. IV. } Motorische Punkte für die Mm. interossei externi.
Zweig der Nn. thoracici ant. zum M. deltoideus.
Nervus musculocutaneus.
N medianus.
Reizungsstelle des Zweiges vom N. musculocutaneus zum M. brachialis int.
Zweig des N. medianus zum M. pronator teres (äusserer).
} Motorische Punkte für den M. flexor digitor. sublimis.
Zweig des N. medianus zum M. pronator teres (innerer).
Motorischer Punkt für den M. radialis internus.
Motorischer Punkt für den M. palmaris longus.
Motorischer Punkt für den M. flexor digitorum sublimis.
Motorischer Punkt für den M. flexor pollicis longus.
Nervus ulnaris nach Abgabe seines Dorsalastes.
Nervus medianus.
Reizungsstelle des Ram. volaris prof. N. ulnaris.
Motorischer Punkt für den M. abductor pollicis brevis.
Motorischer Punkt für den M. opponens pollicis.
Motorischer Punkt für den M. abductor digiti minimi.
Motorischer Punkt für den M. flexor digiti minimi.
Motorischer Punkt für den M. flexor pollicis brevis.
Reizungsstelle des Ulnarzweiges zum M. adductor pollicis.
Reizungsstelle des Medianzweiges zum M. lumbricalis II.
Reizungsstelle des Medianzweiges zum M. lumbricalis I.
Motorischer Punkt des M. flexor digitor. commun. profundus.
Motorischer Punkt des M. ulnaris internus.

} Motorische Punkte der Bäuche des M. rectus abdominis.

} Motorische Punkte des M. obliquus abdominis externus.

Motorischer Punkt des M. transversus abdominis.
Motorischer Punkt des M. obliquus abdominis internus.
Eintrittsstelle des Zweiges vom N. cruralis zum M. tensor fasciae latae.
Eintrittsstelle des inneren Zweiges vom N. cruralis zum M. rectus femoris.
Eintrittsstelle des Zweiges vom N. cruralis zum M. vastus externus.
Eintrittsstelle des Zweiges vom N. cruralis zum M. cruralis.
Nervus cruralis.
Zweig des N. cruralis zum M. sartorius.
Motorischer Punkt des M. pectineus.
Motorischer Punkt des M. adductor brevis.
Motorischer Punkt des M. adductor longus.
Motorischer Punkt des M. gracilis.
Zweig des N. cruralis zum M. vastus internus.
Motorischer Punkt des M. soleus.
Zweige vom N. tibialis zum M. flexor digitor. commun. longus.
Nervus tibialis.
Nervus peroneus.
Nervus peroneus superficialis.
Motorischer Punkt des M. extensor digitor. commun. longus.
Motorischer Punkt des M. tibialis anticus.
Motorischer Punkt des M. extensor hallucis longus.
Motorischer Punkt des M. peroneus tertius.
Endast des N. peroneus profundus zum M. extensor digitorum communis brevis.
Motorischer Punkt des M. abductor digiti minimi.
Motorischer Punkt des M. abductor hallucis.

} Motorische Punkte der Mm. interossei externi.

Nervus obturatorius.

Der Nervus ischiadicus ist am unteren Rande des Glutaeus maximus zwischen Trochanter major und Tuber ischii in der Mitte, mit kräftigem Aufsetzen und starkem Strom zu erreichen: Beugung des Unterschenkels mit schmerzhaften Sensationen.

Etwa in der Mitte der Mittellinie der Hinterfläche des Oberschenkels findet sich ein motorischer Punkt (N. ischiadicus) für den M. biceps femoris, über der Kniekehle auch in der Mittellinie ein zweiter.

Neben dem oberen motorischen Punkte des M. bic. fem. nach innen $5^3/_4''$ vom Tuber ischii ist der Nervenast für den M. semitendinosus zu treffen.

Noch etwas weiter nach innen auf derselben Höhe am Schenkel der Ast des M. semimembranosus etc.

Physiologie der Sinnesorgane.

Zweiundzwanzigstes Capitel.

Die allgemeinen Grundlagen der Empfindung, Hautsinn und Gemeingefühl.

Leitungsgesetze der Nerven.

Der Verkehr des menschlichen Organismus mit der Aussenwelt zeigt eine tive und eine passive Seite. Die Fähigkeit der aktiven Einwirkung beruht auf n Mechanismen der willkürlichen Bewegung, die wir auf Reizzustände ar- iten sehen, welche von den nervösen Centralorganen aus der Peripherie zuge- tet werden. Passiv sehen wir von der Aussenwelt her die nervösen Central- gane Veränderungen ihres Ruhezustandes erleiden, deren psychische Reflexe ir als Empfindungen bezeichnen. Für die Erzeugung dieser Veränderungen nd eigene peripherisch gelegene Organe vorhanden, die Sinnesorgane, elche gewisse Bewegungen der Aussenwelt, für welche der Nerv an sich z. Thl. cht empfindlich (oder zu stark empfindlich) ist, in adaequate Nervenreize um- tzen. Nur die Endorgane des Opticus sind für Licht, des Acusticus für Schall, s Olfactorius für Gerüche erregbar. Ohne die Sinnesapparate fehlt dem Ner- n die Fähigkeit der Erregung durch gewisse Bewegungsformen ausser ihm. n kann sich vorstellen, dass es noch eine Reihe von Bewegungsformen ausser s gibt, von denen wir keine Ahnung haben, da den Menschen die Organe, sie Nervenreize zu verwandeln, abgehen (cfr. Sechster Sinn).

Die beiden namhaft gemachten Nervenleitungen, motorische und sensible, rlaufen in den motorischen und sensiblen Nerven in verschiedener Richtung. ährend bei den ersteren ein in den Centralorganen entstehender Reizzustand entrifugal den Organen zugeleitet wird, erfolgt dort auf einen in der Peri- erie auf die Nervenendigungen einwirkenden Reiz die Erregung der Central- rgane, die Erregungsleitung geschieht sonach im entgegengesetzten Sinne: entripetal. Für alle functionell verschiedenen Nervengattungen gilt bei ler Erregung, soweit nicht electrische Stromschwankungen in Betracht kom- nen, das oben besprochene Gesetz der isolirten Leitung, nach welchem der physiologische Erregungszustand aus einer Nervenfaser niemals direct auf eine andere, d. h. von Nervenfaser zu Nervenfaser, übertragen wird. Die Er- regung beschränkt sich primär auf die gereizte Nervenfaser und ihre peripheren

und centralen Endverzweigungen, Uebertragungen von Nervenerregung[en auf] andere Fasern finden nur durch Vermittelung von Ganglienzellen in de[n ner]vösen Centralapparaten statt.

Man hat lange versucht, die Grundlage des motorischen und sensible[n ver]schiedenen Leitungsvermögens in einer äusseren oder inneren Verschied[enheit] der Nerven selbst, in denen es sich findet, zu entdecken. Das Mikrosko[p, die] chemische Analyse, das physikalische Experiment haben solche gesuchte [Unter]schiede in den Stämmen und Zweigen der Bewegungs- und Empfindungs[nerven] selbst bisher nicht auffinden können, wir müssen sonach die Ursachen [der] Verschiedenheiten der nervösen Thätigkeiten im Centrum oder in der [äusser]sten Peripherie oder an beiden Orten suchen.

In physikalischer d. h. electrischer Beziehung scheinen die physiolo[gischen] Grundeigenschaften der motorischen und sensiblen Nerven identisch. [Durch die] du Bois-Reymond'schen Entdeckung der negativen Stromschwa[nkung] des gereizten Nerven ist uns ein Mittel an die Hand gegeben, zu en[tschei]den, ob der Erregungsvorgang im auf- oder absteigenden Sinne in den [beiden] Nervengattungen ihren verschiedenen Functionen entsprechend mit ve[rschie]dener Leichtigkeit zu Stande komme. Es zeigt sich, dass sich in dieser [Bezieh]ung keine merklichen Unterschiede ergeben. Die negative Schwanku[ng lässt] sich bei functionell gemischten Nervenstämmen erhalten, wenn wir das pe[riphe]rische oder das centrale Nervenende dem Reiz aussetzen, so dass einmal [centri]petal, das andere Mal centrifugal der Erregungszustand geleitet wird. [Legen] wir die reizenden Electroden so an, dass eine mittlere Strecke des ausge[schnit]tenen Nerven erregt wird, und leiten von beiden Endquerschnitten un[d den] ihnen nahe gelegenen Längsschnitten an zwei Multiplicatoren gleichzei[tig die] Nervenströme ab, so zeigen beide Ströme auf den Reiz die negative Schwa[nkung] zum Beweise, dass diese sich auf- und abwärts fortzupflanzen vermag[, ohne] dass das Zustandekommen derselben in einer Richtung erleichtert schiene. [Ver]suche der Art, an den Nervenstämmen selbst angestellt, leiden an eine[m leicht] zu übersehenden Fehler. Die Nervenstämme, welche zu den electrische[n Ver]suchen zu Gebote stehen, sind nämlich meist gemischter Natur, d. h. es [sind in] ihnen in quantitativ verschiedener Mischung motorische und sensible Fase[rn ver]einigt. Man könnte auf den Verdacht kommen, dass das Zustandekomm[en des] Erregungszustandes, der negativen Schwankung das eine Mal in der eine[n Rich]tung der einen, in der anderen der zweiten Fasergattung zuzuschreiben s[ei. An] den Austrittsstellen der Nerven aus dem Rückenmarke zeigen sich die [Fasern] der beiden Gattungen noch ungemischt. Die vorderen Nervenwurzeln b[estehen] aus motorischen, die hinteren aus sensiblen Nervenfasern (Bell'sche[s Ge]setz, cfr. unten Cap. XXVI). Du Bois-Reymond hat durch Versuche die [Richtig]keit der oben angeführten Thatsache auch für diese ungemischten Nerv[en be]stätigt, ebenso zeigt der rein sensible Olfactorius (des Hechts) [...] Nervenstrom und negative Schwankung (Kühne, Steiner), so dass damit da[s dop]pelsinnige Leitungsvermögen beider Nervengattungen erwiesen [ist].

Man hat den Beweis der doppelsinnigen Leitung auch auf die Weise zu füh[ren ver]sucht, dass man einen motorischen und einen nah gelegenen sensiblen Nerven durchsch[nitt,] das peripherische Ende des motorischen mit dem centralen Ende des sensiblen, und um[gekehrt] das peripherische Ende des sensiblen mit dem centralen Ende des motorischen zus[ammen-]

te. Zu diesen Versuchen wurde von BIDDER der Nervus hypoglossus und lingualis Hunden zu verwenden versucht, von denen der erstere die Bewegung der Zungenmuskeln, andere die Empfindung der Zunge vermittelt. In der Mehrzahl der angestellten Versuche en die Nervenstämme wieder direct an einander, nicht, wie man gewünscht hatte, gezt. In neueren Versuchen schien das Experiment jedoch gelungen. Man konnte von dem der Narbe liegenden früheren sensiblen Lingualisende aus durch electrische Reizung raction der Zungenmuskeln erhalten (PHILLIPEAUX, VULPIAN, J. ROSENTHAL). So konnte durch s Experiment die Möglichkeit der Nervenerregungsleitung in beiden Richtungen als besn angesehen werden. Neuerdings hat aber VULPIAN die Entdeckung gemacht, dass nach hschneidung des Hypoglossus, wenn das peripherische Ende desselben bereits unerreggeworden ist, vom Lingualis aus Bewegung der Zunge hervorgerufen werden könne. Diese gkeit verdankt der Lingualis den beigemischten Chordafasern, da auf Reizung der Chorda lben Zungenbewegungen eintreten, und nach Durchschneidung der Chorda ausbleiben. tesultat des eben beschriebenen berühmten Versuchs lässt sich also auch durch Verwachcentraler Chorda mit pheripherischen Hypoglossusfasern erklären. —

Bezüglich einer etwaigen Verschiedenheit im chemischen Verhalten der motorischen und blen Nerven ist auf die Bemerkung L. LÖWE's hinzuweisen, welcher bei Kaninchenembonen fand, dass sich die sensiblen Nervenfasern schwächer mit Carmin färben als die rischen, was jedoch im Zusammenhalt mit mikroskopischen Befunden nur für eine spävollkommene Ausbildung und Functionirung der ersteren Nervengattung spricht.

Die Verschiedenheit der Empfindungs- und Bewegungsnerven liegt nach den enden Anschauungen also nicht in ihnen selbst. Die Unterschiede in ihrer ctionirung werden verursacht durch die Verschiedenheit der peripherischen centralen Apparate, welche durch die Nerven mit einander in Verbindung tzt werden. Der motorische Nerv erhält seinen Charakter dadurch, dass er iner Ganglienzelle entspringt und in einer Muskelfaser endigt. Sein nors Reizorgan ist eine central gelegene Ganglienzelle, sein Arbeits- Erfolgsorgan ein peripherisch gelegener Muskel; so kommt es, dass on seinem normalen Reizorgane aus nur centrifugal erregt wird, obwohl er die Fähigkeit zur centripetalen Erregungsleitung besitzt. Umgekehrt ist ei den sensiblen Nerven: sie laufen von einem peripherisch gelegen Reizorgan, einem sogenannten Sinnesorgane: Auge, Ohr, Tastkörhen etc., zu ihrem central gelegenen Erfolgsorgan, zu Ganglienn im Gehirn und Rückenmark. Der normale Reiz, der die Empfindungsen erregt, wirkt an der Peripherie ein, das Erfolgsorgan, welches dadurch gt wird, liegt central, so ist die Richtung der Erregungsleitung normal centetal, obwohl den betreffenden Nerven auch ein Leitungsvermögen nach der gekehrten Richtung zukommt.

Das Zustandekommen der inneren Bewegung, welche den Empfindungsgang vermittelt, pflegt die moderne Physiologie in central gelegene Ganglienlen zu verlegen, da sich in den Centralorganen keine anderen Organe als die nnten Zellen, als deren Ausläufer die Nervenfasern zu betrachten sind, finn, denen wir diese höchste Function des animalen Organismus zuzuschreiben rmögen (cf. Gehirn und Rückenmark).

Qualitäten der Empfindung.

Die Empfindungserscheinungen schliessen, auch abgesehen von der psychologischen Seite der hier sich aufdrängenden Fragen, einige der grö Räthsel der Physiologie in sich.

Woher kommen die verschiedenen Qualitäten der Emp dung? Wodurch unterscheiden wir die sensiblen Nervenbewegunge sehen, hören, schmecken, riechen, Tast- und Temperaturempfindung?

Man hat in einer früheren Periode der Wissenschaft sich damit beg die sensiblen Nerven als blosse Leiter für die Eigenschaften der äusseren anzusehen; man glaubte wohl, dass durch die Nerven direct die Eindrüc Lichtes, der Tonschwingungen, der Geschmacksstoffe den Centralorganen leitet würden, die Qualitäten der Empfindungen führte man auf die Qual der sie erzeugenden Bewegungen und Stoffe direct zurück. Man suchte si dieser Annahme über die Schwierigkeiten hinwegzusetzen, die aus der I rung hervorgehen, dass bei dem Menschen durch Reizung jeder zelnen sensiblen Nervenfaser nur solche Empfindungen stehen können, welche zu dem Qualitätenkreis eines ein bestimmten Sinnes gehören, und dass jeder Reiz, wel diese Nervenfaser überhaupt zu erregen vermag, nur Emp dungen dieses besonderen Kreises hervorruft. Der versch Bau der sensiblen Endorgane, der Sinneswerkzeuge, welche zweifelsoh das Wirksamwerden der verschiedenen Reizmittel: Druck, Licht, Schall mische Einwirkungen zweckmässig eingerichtet sind, sollte Alles erk Die Erfahrungen der chirurgischen Praxis und des physiologischen Exper tes widersprechen aber einer solchen einfachen Annahme direct.

Es zeigt sich, dass in allen Fällen die Reizung des Nervenstammes eine Empfindung aus dem gleichen Qualitätenkreis hervorruft als die Re seiner Endorgane. Reizen wir einen sensiblen Nervenstamm, so erregt eine Empfindung, als würden alle Endorgane gereizt, welche mit dem St in Verbindung stehen. Reizung von Nervenzweigen beschränkt dem en chend den Erfolg auf die von den Nervenzweigen versorgten Organe. Tau fältig sind die Erfahrungen der Chirurgen, dass auch dann noch, wenn di pfindung in den äusseren Theilen durch Durchschneiden der Nerven od einem anderen Wege vollkommen verschwunden ist, der Nervenstamm noch Empfindungen haben kann, welche von dem ehemaligen peripher Verbreitungsbezirke desselben angeregt zu sein scheinen. Hierher gehör Gefühle scheinbar an amputirten Gliedern, die Beobachtung, dass nach T plantation des Stirnlappens bei der künstlichen Nasenbildung vor der D schneidung der Hautbrücke, welche die neue Nase mit der Stirn verbind Berührung der Nase eine Empfindung erzeugt, welche in die Stirn, von v Haut derselben stammt, verlegt wird. Dieselbe Unabhängigkeit der vo Nerven vermittelten Empfindung von der Lage des empfindenden Endor zeigt sich auch, wenn wir, wie schon Aristoteles wusste, willkürlich die en denden Organe aus ihrer normalen Lage bringen, wenn wir z. B. Zeigel

Mittelfinger derselben Hand kreuzweis über einander legen und zwischen nun sich zugewendeten Seiten der gekreuzten Finger, welche im normalen and die entgegengesetzten Seiten derselben sind, eine kleine Kugel hin- herrollen; man glaubt dann zwei Kugeln zu spüren, da bei der normalen erlagerung nur zwei verschiedene Kugeln gleichzeitig die beiden betreffen- Fingerseiten berühren können.

Noch schlagender sind die Beobachtungen bei den Nerven der sogenannten ren Sinnesorgane. Lassen wir gewisse verschiedene als Reizmittel bekannte itien auf die Sinnesorgane selbst einwirken, z. B. Electricität, so zeigen dieselben dafür empfänglich, aber jeder Sinnesnerv empfindet alle Reize eine specifische Art. Der eine Nerv sieht davon Licht, der andere hört da- einen Ton, der andere schmeckt die Electricität, dasselbe Agens, welches den anderen sensiblen Nerven als Schmerz oder Schlag empfunden wird. iehrter Blutandrang erregt in dem einen Organe, durch Reizung seiner ner- n Apparate, ein leuchtendes Bild, in dem anderen Brausen, in noch anderen il oder Schmerz.

Im Hinblick auf diese Erfahrungen erklärte man zunächst diese Verschie- ieit der Wirkung aus einer specifischen Energie der Nerven. dachte sich diese begründet in einer Verschiedenheit der Molekularbewegung en Nerven selbst. Der Reiz sollte in jedem Nerven einen anderen, speci- en Zustand der Erregung herbeiführen. Die Entdeckungen du Bois-Rey- i's über die Erregungserscheinung an den Nerven, die sich bei allen über- timmend als negative Stromschwankung zeigt und keine qualitativen Unter- ede den specifischen Energien entsprechend erkennen lässt, scheint, auch ebereinstimmung mit anderen Beobachtungen, die Annahme eines speci- ien Reizzustandes der Nerven auszuschliessen.

Wir werden dadurch veranlasst, die specifischen Erfolge der Nervener- ung als bedingt anzusehen, nicht durch die Nerven und eine specifische Art r Erregung, sondern durch die nervösen Centralorgane, welchen die Erreg- zugeleitet wird. Jedes der nervösen Centralorgane, welche durch die Ner- erregt werden, ist nur im Stande, eine bestimmte Empfindung — die einem iren Bewegungszustande entspricht — zu vermitteln. Derselbe Reiz wird, n er verschiedene Centralorgane trifft, nach der specifischen Energie jedes elnen gedeutet.

Der eigentliche specifische Empfindungsvorgang, den wir bei unbefangener achtung in die Sinnesapparate zu verlegen gewöhnt sind, findet also stets central statt. Das Auge wie alle anderen Sinnesorgane empfindet Nichts. chschneiden wir den Optikus, so dass damit die Leitung zwischen Auge und iem empfindenden Centralorgane unterbrochen ist, so entstehen nach wie vor ler auf der Netzbaut, welche äusseren Gegenständen entsprechen, wodurch letzten Endigungen des Sehnerven erregt werden, aber die Seele selbst pfindet Nichts, der Patient ist blind. Auch der Nerv selbst ist zur Empfin- ig unvermögend. Schneiden wir einen sensiblen Nerven durch und quetschen er galvanisiren sein peripherisches Ende, so wird dadurch keine Empfin- ig erregt. Es liegt also nicht in den Sinnesorganen, nicht in den etwaigen eifischen Erregungszuständen der Nerven der Grund, warum wir einmal die rvenerregung Licht, das andermal sauer nennen, der Grund dafür liegt einzig

und allein in den reizpercipirenden Gehirnorganen selbst, zu denen di venleitung geschieht. So rechtfertigt sich die oft gemachte Behauptung, wenn es gelänge, den Optikus und Akustikus zu durchschneiden und ihre gekreuzt zusammen zu heilen, wir bei einem Concerte Licht- und Feuere nungen, bei einem Feuerwerke Ton- oder Geräuschempfindungen bek würden.

Muss aus irgend einem Grunde ein krankhaftes Auge exstirpirt wer erregt der Schnitt durch den Sehnerven, wenn derselbe trotz der Augen kung noch erregbar ist, eine blendende Feuererscheinung. Der Mensch i noch nicht vollkommen blind. Er hat scheinbar an dem ausgeschnittene noch Lichtempfindungen, er glaubt noch mit ihm zu sehen; solche Pa sehen Lichter, Feuerkreise, tanzende Gestalten. Dieser Zustand, der a directen krankhaften Erregung des Sehnerven beruht, dauert so lan dieser durch Nichtgebrauch degenerirt ist, wie dieses bei allen Organe lange Unthätigkeit eintritt. Auch dann ist aber ein solcher Mensch no vollkommen blind. Solange sein inneres Gesichtsorgan im Ge dessen Erregungszustand von ihm bisher als durch äussere Lichterschei hervorgerufen gedeutet wurde, noch erregbar ist durch directe Reize durch vermehrten Blutzufluss, erscheint einem solchen Blinden wenigste im Traum die Welt hell und farbig, und nur der wache Tag ist in Schw kleidet. Erst wenn die zerstörenden Einwirkungen des Nichtgebrauch dieses innere Sinnesorgan zerstört haben, wird sein Leben ein vollk dunkles.

Die Erziehung der Seele durch die Sinneseindrücke.

Die ganze Annahme der specifischen Energien hat auch in der eben vorgetrage sung noch etwas Gezwungenes. Wie sollen wir uns diese specifische Molekularbew den Ganglienzellen der Gehirnorgane vorstellen? Man hat gesagt, diese Verschied lägen eben im verschiedenen Bau der Gehirnorgane begründet, von denen das eine se das andere riecht aus demselben Grunde, warum ein Muskel zuckt, eine Drüse Fl absondert, auf denselben Nervenreiz. Derartige Bauverschiedenheiten der Gehirnorga sich nun aber für jetzt, wie es scheint, noch nicht auffinden lassen. So neigen sich d Einige der Annahme zu, dass diese specifischen Energien der Hirnorgane das Resul wahren Erziehung von aussen her sind. Die Seele, die gewöhnt ist, vom Sehne Lichteindrücke von der Aussenwelt her vermittelt zu erhalten, verlegt jeden von dor langenden Reiz in den ihr aus anderen unterstützenden Sinneswahrnehmungen bekan der normalen Erregung: in das Auge oder vielmehr auch aus diesem heraus in die s Umgebung und nennt ihn Licht. Ebenso ist es vielleicht mit den übrigen centralen apparaten.

Möglicherweise existirt also die besprochene Fähigkeit der Gehirnorgane, auf spe Reize specifische Vorstellungen zu erwecken, nicht von Anfang an. Man müsste diese l tung prüfen können, wenn man die erste selbstthätige Wirkung der Sinne vor ihrer Er zum Object einer naturwissenschaftlichen Untersuchung machen könnte; bei niederen z. B. in den Augen der Blutegel vermischen sich wirklich noch die Reize der beim M getrennten Sinne in einem Sinnesorgan: Uebergangssinnesorgane (J. Ranke).

Soviel steht fest, dass alle Sinneseindrücke, die ja nach dem Gesagten vorzüglich i änderungen unserer Gehirnorgane beruhen, zu Anfang rein subjectiv sein müssen, d nur den zwei einfachsten Qualitäten: angenehm und unangenehm, entsprechen könn

'chzt ein Kind bei dem Erblicken der Lampe ebenso wie bei dem Schalle einer Trompete, : bei der Erregung einer ihm angenehmen Geschmacks- oder Gefühlsempfindung. Die Erhung ist lang und peinlich, bis sich im Menschen das Bewusstsein des Gegensatzes von bject und Object ausgebildet hat; bis er gewisse Alterationen seines eigensten Wesens, Zunde seines Nervensystemes als von äusseren Objecten erregt, als Objectives von anderen erationen ganz ähnlicher Art, von anderen Nervenzuständen als von dem Subjectiven zu nen vermag. Ist aber die Erziehung vollendet, so gehört eine philosophische Betrachtung u, um zu verstehen, dass wir nicht den gesehenen oder gefühlten Gegenstand direct, sonn eine durch ihn gesetzte Veränderung unseres Körpers empfinden. Eine Reihe von Qualen, die nur subjectiver Natur sind, schreiben wir bei der gewöhnlichen Betrachtungsweise a Objekt selbst zu. Wir nennen z. B. einen Körper gefärbt. Die Farbenunterschiede des htes bestehen objektiv in einer bestimmten Geschwindigkeit der Aetherschwingungen, die er Auge treffen und seine Netzhaut erregen: ausser uns ist also Nichts farbig, man müsste n die Annahme einer gefärbten Bewegung für nicht sinnlos halten. Allen unseren meist lechthin objektiv genannten Sinneswahrnehmungen kleben ähnliche Fehler aus Subjectinus entspringend an.

Es ist schon oben angedeutet worden, dass wir in Folge des Ineinandergreifens der verledenen Wahrnehmungen, die wir den verschiedenen Sinnesorganen verdanken, von dem e der Reizeinwirkung, die unsere verschiedenen Gehirnorgane erregen, uns eine Vorstelg machen können. Diese Vorstellung über den Ort der Erregung ist unter normalen Verlnissen auffallend genau. Mit überraschender Schärfe sind wir im Stande, den Ort der zung an unserer Körperoberfläche zu bestimmen. Bei dem Auge ist diese Lokalkenntniss h weit auffallender. Die Psyche hat stets im wachen Zustande eine Empfinng des jeweiligen Erregungszustandes aller ihrer sensiblen Nerven, wie von der Lage aller Endorgane derselben, welche die normale Erjung vermitteln. Ausnahmen davon, wie sie durch Transplantation von Hautlappen r die Kreuzung der Finger gesetzt werden, dienen nur dazu, diesen Satz noch mehr zu erten. Diese Ortskenntniss ist ebenso ein Resultat der Erziehung der Seele, wie ihre anderen n besprochenen Fähigkeiten. Es ist möglich, bei jenen Transplantationen des Stirnlaps nach und nach das Gefühl so zu modificiren, dass die neue Nase nun nicht mehr an der me, sondern an ihrer neuen Stelle empfunden wird. Bei dem Auge u. a. a. O. treffen wir noch schlagendere Beweise für diesen Satz.

Nicht jede Empfindung kommt zum Bewusstsein.

Unter normalen Umständen scheint nur e i n Reiz g l e i c h z e i t i g zur Perption kommen zu können. Die scheinbare Gleichzeitigkeit verschiedener Emndungen rührt wohl nur von einem raschen Wechsel der Erregung der verhiedenen Organe her. Es können Erregungsvorgänge in unseren nervösen ntralorganen stattfinden, ohne dass wir eine Notiz davon nehmen. Damit die rregung eine wirkliche Empfindung auslöse, müssen wir unsere Aufmerksamit auf die stattfindende Erregung lenken. Es kann das willkürlich geschehen, eist jedoch erfolgt es unwillkürlich; ein starker Reiz erzwingt Aufmerksamkeit.

So steht also die Empfindung bis zu einem gewissen Grade unter der Gealt des Willens. Durch einen heftigen Schmerz oder auch schon dadurch, dass ir unsere Gedanken auf einen bestimmten Gegenstand concentriren, werden ir gefühllos für die gleichzeitig auf uns einwirkenden schwächeren sensiblen eize. Aus allen Kriegsspitälern werden Fälle erzählt, dass Verwundete Verungen an sich auch sehr schmerzhafter Art nicht bemerkt hatten, über eine ndere grössere Wunde. In der Aufregung des Gefechtes oder des plötzlichen

Schreckens kommt es vor, dass Verletzungen gar nicht wahrgenommen werd
Das heroische Ertragen von Schmerz beruht, wie die allzugrosse Empfindli
keit für Schmerzen, auf grösserer oder geringerer Fähigkeit, der Aufmerks
keit willkürlich eine bestimmte von dem Schmerz abgewendete Richtung
geben. Wir werden in der Folge im Gehirn ein Hemmungsorgan kennen ler
welches in Folge seiner Erregung durch den Willen gewisse auf sensible R
sonst regelmässig eintretende Bewegungen: Reflexbewegungen, zu hemmen v
mag. Es scheint nöthig zu sein, ein analoges *Hemmungscentrum* für d
Zustandekommen der Empfindung anzunehmen, das auch willkü
in Erregungszustand versetzt werden kann.

I. Der Tastsinn.

Tastorgane und ihre Erregung.

Die grösste Anzahl der empfindenden Nerven endigt in der Haut.
Es sind zwei wesentlich ihrer Qualität nach gesonderte Empfindungs
welche zwei verschiedenen specifischen Energien des Gehirnes entsprechen,
wir durch die Haut vermittelt sehen:

Druckempfindung und
Temperaturempfindung.

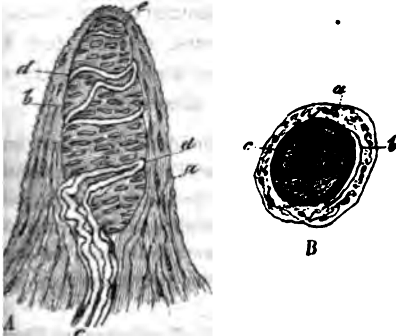
Allen sensiblen Nerven gehört gleichmässig die *Wollust- und Schmer
empfindung* an. Die erstere wird bei den beiden ebengenannten Emp
dungsarten durch schwächere, intermittirend einwirkende Reize hervorgeru
der Schmerz entsteht durch andauernde schwächere oder durch momentane
auch intermittirende starke Erregung. Je nach der specifischen Energie
sensiblen Nerven ist das durch ihn vermittelte Lust- und Schmerzgefühl
specifisches.

Die Erregung der für Druckempfindungen vermittelst ihrer Endorgane
leichtesten anzusprechenden Nerven durch andere als taktile Reize ruft stets
Druckempfindungen analoge Gefühle hervor. Die betreffende Nervengatt
kann ausser durch Druck auch noch durch Electricität, vielleicht auch d
chemische Agentien erregt werden. Die dadurch erzeugten Gefühle sind von
des *Kitzels*, der normal aus rasch sich folgenden Druckschwankungen e
steht, nicht verschieden. Auch chemische Reize bringen mitunter ein derarti
Kitzelgefühl hervor, das von dem durch den normalen Reiz erzeugten ni
unterschieden werden kann.

Die Empfindungsorgane, welche die Berührung der Hautstellen in ei
Nervenreiz umwandeln, sind nach den neueren Angaben (A. v. Mojsisovics u.
theils einfache Anschwellungen der feinsten zwischen den Epithelialzellen v
laufenden Nervenfasern (cf. Tasthaare), theils grössere, aus Nervenfasern u
accessorischem Gewebe gebildete, mehr oder weniger kugelige Gebilde, Sinne
organe, dem Wesen nach wohl alle gleich gebaut, obwohl sie sich durch Grö
und Gestalt nicht unbeträchtlich von einander unterscheiden. Es gehören hi
her die Pacini'schen *Körperchen*, welche unter der Haut im subcutan
Bindegewebe eingebettet liegen, besonders unter der Haut der Hohlhand un

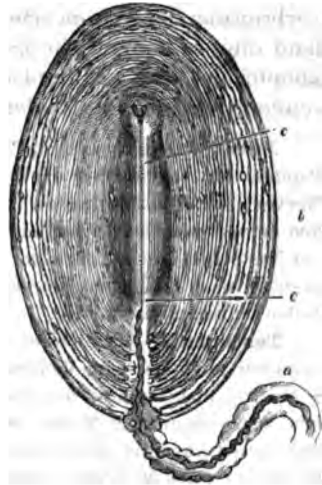
Fussohle, sonst aber auch noch vielfältig besonders an den Gelenknerven, Mesenterium der Katze etc. gefunden werden. Diese Körperchen haben eine kroskopische Grösse von 1—4 mm. (Fig. 190.) Ihnen gewissermassen ähn-e, aber von mikroskopischer Kleinheit finden sich in den Papillen der Cutis gelagert; von den Papillen enthalten einige nur Gefässschlingen, andere die SNER'schen Tastkörperchen. Am häufigsten finden sich die letzteren in Haut der Finger und Zehen, sowie in Hohlhand und Fusssohle, ihre Häufig-auf gleichgrossen Hautflächen verschiedener Körperstellen ordnet sich in gleiche Reihe, welche wir unten für die Empfindlichkeit der verschiedenen tstellen kennen lernen werden. Besonders in Schleimhäuten fand W. Krause

Fig. 189.



ngenansicht einer Papille der Haut, *a* Rinden-ht derselben mit Saftzellen und feinen elastischen m, *b* Tastkörperchen mit seinen queren Kernen. tendes Nervenstämmchen mit kernhaltigem Neu-, *d* Nervenfasern, die das Körperchen umspinnen. inbares Ende einer solchen. *B* eine Papille von so dass die Mitte im scheinbaren Querschnitt ge-wird. *a* Rindenschicht der Papille mit Saftzellen. venfaser. *c* kernhaltige Hülle. *d* Tastkörperchen. re feingranulirte Substanz desselben. Vom Menschen. 350mal vergr. Mit Essigsäure.

Fig. 190.



Pacini'sches Körperchen aus dem Gekröse der Katze. *a* Nerv mit Perineurium, den Stiel bildend; *b* die Kapselsysteme; *c* der Axencanal oder Innenkolben, in dem getheilt die Nervenröhre endigt.

ler Submucosa analoge Gebilde, die er Nervenendkolben nennt. Der-le Forscher constatirte, dass in der Synovialmembran der menschlichen Fin-gelenke die sensiblen Nervenfasern mit rundlich ovalen »Gelenknervenrperchen« endigen, von denen die grössten eben noch mit freiem Auge atbar sind (0,15—0,25 mm lang und 0,09—0,15 mm breit). Sie sind meist ras abgeplattet, bestehen aus einer längsstreifigen Bindegewebshülle, die le Kerne resp. endothelähnliche glatte Zellen enthält. Im Innern zeigen sich e Anzahl markloser verästelter Terminalfasern eingelagert in eine feingranu-le kernreiche Substanz. Es sind das Zwischenglieder zwischen Pacini'schen d Meissner'schen Körperchen, mehr den ersteren sich zuneigend.

Die Nervenendkolben sind kleine ovale oder kugelige Bläschen, die eine degewebige Hülle und einen homogenen Inhalt erkennen lassen. In die Hülle den sich Kerne eingelagert; in das Innere des Bläschens tritt eine Nervenfaser und endet dort zugespitzt. Die Tastkörperchen, welche E. Gerber auch in der

Schleimhaut der Menschenzunge auffand, sind ebenfalls Bläschen von ovale stalt, mit dem Längendurchmesser senkrecht auf der Cutis aufstehend. Man auf Durchschnitten an ihnen eine wohl ebenfalls bindegewebige, wie es sc geschichtete Hülle unterscheiden, die sich grob quergestreift durch querste Kerne von Bindegewebszellen (Kölliker, Gerlach), hier und da etwas g zeigt (Fig. 189). In das Innere tritt reine markhaltige Nervenfaser ein, d nach Meissner und Langerhans mit »Endknospen«, Endanschwellungen en Das makroskopische Pacini'sche Körperchen (Fig. 190) zeigt eine ovale G In ziemlicher Zahl umgeben Bindegewebsschichten einen mit homogener gefüllten Hohlraum, in welchen eine Nervenfaser eintritt, um dort entwed einem Knöpfchen oder in einige kurze Endzweige gespalten zu endigen Neurilem zeigt sich schon vor dem Eintritt des Nerven geschichtet. Di verbreitung des Nerven scheint nur von dem Axencylinder herzurühren. G fand eine sehr deutliche faserige Structur des Axencylinders, ebenso de knöpfchens, das aus feinkörniger Substanz besteht, gegen welche die di renden, aus einander laufenden Endfibrillen sich deutlich absetzen.

Jobert fand Meissner'sche Tastkörperchen bei den anthropoiden Affen und Papillen der Fingerspitzen des Waschbärs. Ditlevsen gibt an, dass bei Fröschen die s Nerven bis in die Oberhautzellen eindringen, wo sie mit Terminalzellen endigen, den nervenlosen Oberhautzellen vollkommen weichen, er stützt sich dabei auf die Entd von Tastzellen durch F. Merkel. Die am Schnabel der Ente von Leydig entdeckten Tas besitzen nach L. Ranvier ein platten- oder münzenförmig verbreitertes Nervenendorg Zellen vollkommen umhüllt.

Tasthaare. — Mit Anderen haben J. Schoebel, Jobert, Boll u. a. die Tasthaare bei T Letzterer auch bei dem Menschen untersucht, sie stehen bekanntlich vorzugsweise Schnauze, aber auch an der Flughaut der Fledermäuse, am äusseren Ohr der Mäuse Igel, am Schwanz der Mäuse, Spitzmäuse und Ratten, an der Hufeisennase der Flede am oberen Augenlid des Menschen stehen ebenfalls solche Gebilde z. Th. von äu Kleinheit. Nach M. J. Dietl finden sich beim Wiesel und Eichhörnchen an der Strecks Ellbogens regelmässig 3 ausgebildete Tasthaare. Ueber die Endigung der Nerven an d haaren stimmen die Autoren noch nicht überein. Nach Jobert treten die Nerven Haarfollikeln in Verbindung an einem bestimmten, unterhalb der Talgdrüsen gelegenen Die nackten, aus der Theilung der Primitivfasern büschelweise hervorgehenden Axen endigen frei mit kleinen Anschwellungen. Nach Redtel endigen die Nerven im Binde mit blassen birnförmigen Endkolben, welche der Wurzelscheide von aussen dicht a die obere Hälfte des Follikelhalses umgeben. Bei Mäusen beschreibt Jobert die Tastha spitz, starr, an der Basis verschmächtigt, im Schaft verdickt, spindelförmig, die sp Marksubstanz auf die unteren zwei Drittel des Haares beschränkt. Nach Schoebel l die Tasthaare statt der Haarzwiebel und Wurzelscheibe der sonstigen Haare einen Wurzelkörper. (Bonnet's Angaben cf. oben bei Haare.) Paladino und Lanzilotti-Boosa dirten die Bewegungen der Tasthaare und den Nerveneinfluss auf dieselbe. Reizung d alis und Trigeminus brachten beim Pferd Bewegung der Tasthaare hervor, die ersten directe Reizung der zu diesen Tasthaaren gehenden quergestreiften Muskelfasern, die durch Veränderung des Turgors des das Haar umgebenden cavernösen Gewebes.

Es ist keine Frage, dass die mehr oder weniger bläschenförmigen Tastorgane Druckempfindung günstig gebaut sind. Krause hat versucht experimentell nachzuw dass eine verhältnissmässig kleine Veränderung des Lumens mit geschichteten Mem umhüllter Bläschen — Tastkörperchen — schon eine nicht unbedeutende Druckschwank ihrem Inhalte hervorrufen müsse, welche wohl geeignet erscheint, als mechanischer R den eingeschlossenen Nerven zu dienen. Er stellte diesen Organen ähnliche Gebilde a

'asser gefüllten Darmstücken dar und dehnte sie in der Längenrichtung aus. Er sah, dass e dabei ihr Lumen verkleinerten und damit einen Druck auf ihren Inhalt ausübten. Um ese Verkleinerung des Lumens zu ermöglichen, muss die Elasticität der Wandung nach ner Richtung geringer sein als nach der andern, wie dies bei den Darmstücken der Fall ist, nd wie es KRAUSE für die fraglichen Organe voraussetzt.

Gestaltsveränderungen der Tastorgane können entweder durch von aussen wirkenden ruck oder Zug, oder durch Zusammendrücken der Organe durch in der Haut gelegene Urchen hervorgerufen werden. Dadurch kann electrische Reizung, welche in der Cutis gegene Organe: Blutgefässe, organische Muskeln etc. contrahirt oder erweitert und somit die ruckverhältnisse in den Papillen mannigfach umgestaltet, die Tastnerven erregen. Chemische eize der Haut bringen durch Diffusion, Anschwellen der Epidermiszellen, stärkere Füllung r Blutgefässe ebenfalls derartige Druckschwankungen hervor, so dass die letzte Ursache des izes der Tastnerven stets die gleiche sein kann, wofür auch die erwähnte überraschende eichheit der Empfindung spricht. Wirken Electricität oder chemische Reize sehr stark ein, bekommen wir keine den Tastempfindungen (Kitzel) analoge Gefühle, sondern Schmerz, den ir aber auch durch intensiven mechanischen Reiz erzeugen können. Nach der Ansicht von HANNES MÜLLER wird das Schmerzgefühl der Haut durch die Tastnerven vermittelt. Es sind lle bekannt, in denen durch krankhafte Ursachen, wie bei VIEUSSEN's Selbstbeobachtungen, s Schmerzgefühl, nicht aber das Tastgefühl aufgehoben war. Ebenfalls durch Selbstbeobhtung kann ich die weitere Angabe bestätigen, dass ein analoger Zustand auch bei Chloroorm- oder Aethernarkose eintreten kann. Die Schmerzempfindung fehlt, während man ch noch Empfindungen von schwächeren Reizen hat: Tastempfindungen, Gehörsempfinngen etc. Die Reize werden sonach in diesem Zustande nach dem Gehirn zu geleitet, erichen hier aber nicht die Intensität, um Schmerzempfindung zu veranlassen. Die Annahme gener »Schmerznerven« ist unnöthig. Auch die Stämme sensibler oder gemischter Nerven nd durch Druck und pathologische Einflüsse schmerzhaft erregbar.

Die Empfindlichkeit der Haut.

E. H. WEBER prüfte die absolute Empfindlichkeit der Haut gegen ruckschwankungen. Er belastete eine Hautstelle mit zwei verschiedenen Geichten nach einander und fand dadurch den kleinsten Unterschied in den Geichten, den man noch zu unterscheiden vermag, für die einzelnen Hauptpartien cht unwesentlich verschieden. Dieser Nachweis kann auch durch andere Methoden (GOLTZ u. A.) geführt werden, es gelingt, eine Scala der absoluten Empfindlichkeit der verschiedenen Hautstellen des Menschen zu entwerfen (cfr. nten).

Als wichtigste Function des Tastsinns erscheint die Hülfe, welche er uns ur Beurtheilung der Gestalt der Körper gewährt, die mit der Haut in Berührung ommen. Wir sind im Stande, uns ein Urtheil über die Gestalt der Körper zu erschaffen durch einfache Berührung, besser noch, wenn wir über die Körperoberflächen mit verschiedenen Hautstellen hingleiten. Die tägliche Erfahrung lehrt, dass zu diesem Zwecke nicht alle Hautstellen gleich geschickt sind, bei weitem am ausgebildetsten zeigt sich der Tastsinn nach der gewöhnlichen Beobachtung in den Fingerspitzen und der Handfläche. Es stimmt das mit dem Resultate der mikroskopischen Untersuchung zusammen, welche die Tastorgane, MEISSNER'sche Tastkörperchen, an den genannten Stellen in relativ grösster Anzahl aufgefunden hat. Die Gestalt der uns berührenden Körper beurtheilen wir nach dem verschieden starken, an verschiedenen Orten der Hautfläche einwir-

kenden Druck. Rasche Abwechselung von Druck und Druckruhe bei dem Betasten der Körper deuten wir als eine gekerbte oder sonst rauhe Oberfläche; eine glatte Oberfläche, über welche wir mit den Tastorganen hingleiten, veranlasst ein andauernd gleichmässiges Druckgefühl. Gewisse Veränderungen der Berührungsfläche des betasteten Körpers und unserer Haut während der mit leichtem Drücken verbundenen Berührung deuten wir als durch Flüssigkeiten oder durch mehr oder weniger weiche Substanzen hervorgerufen; Mangel solcher Veränderungen spricht für harte Körper. Die räumliche Ausdehnung der Körper messen wir vermittelst des Tastsinnes entweder dadurch, dass wir sie ganz zu umgreifen suchen, oder über die ganze Ausdehnung ihrer Flächen mit unseren Tastorganen hingleiten, manchmal auch indem wir sie gleichzeitig mit verschiedenen Hautstellen, z. B. mit zwei Händen betasten. Auf die nähere Erklärung des letzteren Vorganges können wir erst später eingehen; er setzt voraus, dass wir eine beständige genaue Vorstellung von der relativen Lage unserer einzelnen Körpertheile zu einander besitzen, welche wohl hauptsächlich durch das Muskelgefühl vermittelt wird (S. 791 und unten).

Zu den übrigen eben genannten Wahrnehmungen ist eine genaue Ortskenntniss der Psyche auf der Oberfläche ihres Körpers erforderlich. Wir sind im Stande, mit überraschender Genauigkeit den Ort einer stattgehabten Berührung an der Hautoberfläche anzugeben. E. H. Weber hat darüber messende Versuche angestellt. Er setzte einen Zirkel mit abgestumpften Spitzen auf die Haut und bei geschlossenen Augen und bestimmte für die verschiedenen Hautstellen den Abstand, den beide Zirkelspitzen von einander haben dürfen, um bei gleichzeitigem Anlegen an die Haut eben zwei gesonderte Empfindungen zu geben. Die Resultate dieser Untersuchung sind für verschiedene Hautstellen sehr verschieden. Man kommt bei Anstellung dieser Versuche zu folgender Tabelle von Weber, welche in den absoluten Grössen bei verschiedenen Menschen Schwankungen erleidet, deren relative Werthe sich jedoch stets wiederholen. Die Feinheit des Gefühls an den verschiedenen Hautstellen ist in der Tabelle nach dem Abstand der Zirkelspitzen angegeben, welcher nöthig ist, um zwei, nicht eine Empfindung hervorzurufen.

Zungenspitze	1 mm
Volarfläche des dritten Fingergliedes	2 -
rothe Oberfläche der Lippen und Volarfläche des zweiten Fingergliedes	4 -
Dorsalfläche des dritten Fingergliedes, Nasenspitze und Volarfläche über den Capitula oss. metacarpi	6,5 -
Zungenrücken 1″ von der Spitze, nicht rother Theil der Lippen, Rand der Zunge 1″ von der Spitze, Mittelhand des Daumens	9 -
Spitze der grossen Zehen, Dorsalfläche des zweiten Fingergliedes, Volarfläche der Hand, Wangenhaut, äussere Oberfläche der Augenlider	11 -
Schleimhaut des harten Gaumens	13 -
Haut über dem vorderen Theile des Jochbeines, Plantarfläche des Mittelfusses der grossen Zehen, Dorsalfläche des ersten Fingergliedes	15 -
Dorsalfläche über den Capitula oss. metacarpi	17 -
Schleimhaut am Zahnfleisch	20 -
Haut hinten über dem Jochbein, unterer Theil der Stirn	22 -
unterer Theil des Hinterhauptes	26 -
Handrücken	28 -

Hals unter dem Unterkiefer, Scheitel	**30,5** mm
an der Kniescheibe	**35** -
Haut über dem Heiligenbein, am Acromion, Gesäss, Vorderarm, Unterschenkel beim Knie und Fuss, Fussrücken bei den Zehen	**39** -
auf dem Brustbein	**44** -
am Rückgrat bei den fünf oberen Rückenwirbeln, beim Hinterhaupt, in der Lendengegend	**52** -
an der Mitte des Halses, des Rückens, in der Mitte des Arms und des Schenkels	**65,5** -

Die oben erwähnte Scala für die absolute Empfindlichkeit ist der hier gegebenen ganz ähnlich mit der einzigen Ausnahme, dass die Zungenspitze hier nicht die erste Stelle in der Empfindlichkeit einnimmt.

Das Vermögen, die Empfindungen zu lokalisiren, Raumsinn.

Die geringste Entfernung, welche an verschiedenen Hautstellen gesondert empfunden wird, ist an einigen Hautstellen, z. B. an den Extremitäten, in der Querrichtung kleiner als in der Längenrichtung. Man kann bei derartigen Versuchen von einem Centrum aus nach der Peripherie die zweite Zirkelspitze ansetzen und kann auf diese Weise die Hautstellen umkreisen, welche bei der doppelten Berührung noch eine einfache Empfindung geben; man kommt dabei meist zu einer kreisförmigen Gestalt der Hautstellen, so dass man von »Empfindungskreisen« sprechen kann. Diese Empfindungskreise sind aber an den Extremitäten nach dem oben Gesagten nicht rund, sondern oval, der grössere Durchmesser liegt in der Längenrichtung der Glieder (cf. unten).

Die Grösse der Empfindungskreise ist nicht etwas absolut Feststehendes. Bei grösserer Uebung und Aufmerksamkeit können sie verkleinert werden, so dass sie im Allgemeinen bei Blinden von geringerem Umfang gefunden werden, als bei Sehenden. Setzt man die Zirkelspitzen nicht gleichzeitig, sondern nach einander auf, so findet man die Empfindungskreise etwas kleiner (CZERMAK). Als Mittelpunkt des Empfindungskreises ist der berührte Punkt zu betrachten. Es ist selbstverständlich, dass sich um jeden ganz beliebig berührten Punkt ein derartiger Empfindungskreis ziehen lässt, so dass man nicht in den Irrthum verfallen darf, als wäre die ganze Hautoberfläche in fixe, neben einander liegende derartige Felder von verschiedener Grösse eingetheilt.

Schreiben wir wie oben der Psyche eine fortwährende Vorstellung von dem Erregungszustande aller ihrer Nervenendigungen in der Haut und deren relativer Lage zu einander zu (S. 786), so verstehen wir, wie mit Hülfe dieser Vorstellung Tastempfindungen gesondert wahrgenommen werden können. Zwei sehr nahe neben einander liegende Endigungen von Fasern der Tastnerven bringen durch das Centralorgan zwar gesonderte und verschiedene Empfindungen hervor, es ist zwar jede mit einem besonderen Lokalzeichen versehen, aber diese Unterschiede sind so gering, dass sie nicht von einander getrennt werden können. Von einem weiter abgelegenen Nervenendorgane ist dagegen die hervorgerufene Empfindung schon so stark verschieden, dass sie, auch ohne gesteigerte Empfindungsübung, als eine andere aufgefasst werden kann. Die Empfindungskreise haben somit keine feststehende anatomische Basis, sie können mit der Uebung veränderlich sein; wenn wir uns gewöhnen, auch auf kleinere Unterschiede in der Empfindung noch zu achten, können wir auch von zwei sich näher liegenden Endorganen noch die Empfindung gesondert auffassen. Alle Uebung kann jedoch selbstverständlich den relativen Mangel an Sinneswerkzeugen in den unempfindlicheren Hautstellen nicht ausgleichen, so dass die dadurch hervorgerufenen Unterschiede der Empfindlichkeit an den verschiedenen Stellen unserer Körperoberfläche niemals verschwinden können.

Man hat, insofern die Psyche ein Bewusstsein von dem Zustand und der Lage der einzelnen Empfindungsorgane der Haut besitzt, die Oberfläche des Körpers (analog dem »Gesichtsfeld«)

»Tastfeld« genannt. Die Lokalkenntniss der Psyche auf ihrem Tastfelde ist etwas Erlerntes. So genau sie sich bei Erwachsenen zeigt, so haben doch Kinder dieses Lokalisirungsvermögen für Empfindungen auf ihrer Hautoberfläche nur in sehr unvollkommenem Grade, sie vermögen den Sitz ihrer von der Haut ausgehenden Empfindungen und Schmerzen nur sehr wenig genau anzugeben. Die angeführte Beobachtung bei Verlagerung von Hautstellen, in welchen sich nach längerer Zeit das Ortsgefühl den neuen Verhältnissen anpasst, ist ebenso ein Beweis für die gemachte Behauptung. Trotz des geringeren Ortssinnes will man bei Kindern die Empfindungskreise kleiner gefunden haben als bei Erwachsenen, was sich aus der gleichen Anzahl auf einen geringeren Raum, der kleineren Körperoberfläche entsprechend, zusammengedrängter Endorgane erklären lassen würde. Nach KRAUSE soll der Abstand der Zirkelspitzen, deren Berührung eben gesondert empfunden wird, im Mittel etwa 12 Tastkörperchen umfassen, so dass also erst die von dem ersten und dreizehnten vermittelten Empfindungen gesondert aufgefasst werden können. Nach dieser Angabe wäre die anatomische Grundlage zur zwölffachen Verfeinerung unserer Ortsempfindung vorhanden, ein Ausbildungsgrad, welcher bei der Haut jedoch an keiner Stelle erlangt wird, während er von den empfindenden Endorganen des Auges in Wahrheit erreicht zu werden scheint.

Nach VIERORDT steht die Feinheit des Raumsinnes einer Hautstelle in Beziehung zur Beweglichkeit des betreffenden Körpertheils. KOTTENKAMP und ULRICH haben für die obere, PAULUS für die untere Extremität mit dieser Annahme übereinstimmende Experimentalergebnisse bekommen. Die Haut über den Gelenken zeigte eine relativ grosse Empfindlichkeit.

Eigentliche Tastempfindungen können in dem sensiblen Nerven nur von den Endorganen aus erregt werden. Reizen wir die Stämme, so haben wir zwar eine Empfindung, die wir betreffenden Falles in den Ausbreitungsbezirk des Nerven verlegen, es sind das aber keine Tast-, sondern meist Schmerzempfindungen.

II. Der Temperatursinn.

Die zweite Art der von der Haut vermittelten Empfindungen ist die Temperaturempfindung; sie ist von der Tastempfindung specifisch verschieden, so dass sie wahrscheinlich durch andere Nervenendorgane, vielleicht durch die neuerdings von LANGERHANS beobachteten, an die Endorgane der höheren Sinnesnerven erinnernden Nervenendigungen zwischen den Epidermiszellen vermittelt wird. Für die Sonderung des Temperatursinnes von den anderen Gefühlsempfindungen der Haut sprechen ältere und neuere Beobachtungen. NOTHNAGEL sah bei einer Empfindungslähmung im Bereiche des Nervus ulnaris (durch Stoss an den Ellbogen) alle Qualitäten des Tastsinnes abgestumpft, während der Temperatursinn keine Unterschiede auf der kranken und gesunden Seite erkennen liess. BRÜCKE beobachtete, dass durch Temperaturreize unter Umständen andere Reflexe ausgelöst werden, als durch tactile Reize.

Die Empfindungen der Wärme und Kälte gehen bei ihrer Steigerung zuerst in Hitze- und Frostgefühl über, äusserste Kälte und Hitze wird gleichmässig als schmerzhaftes Brennen empfunden. Die Temperaturnerven können auch durch Electricität und chemische Einflüsse erregt werden. Der brennende Schmerz an der Haut durch die genannten Agentien ist kaum von dem durch Hitze hervorgerufenen zu unterscheiden. Das Wärme- und Kältegefühl wird hervorgerufen durch Abkühlung und Erwärmung der Haut. Es tritt unter der Einwirkung kalter oder warmer Körper auf die Haut ausser der directen Veränderung ihrer Eigenwärme noch eine secundäre unterstützende Erscheinung auf. Unter

dem Einfluss der Kälte contrahiren sich (wie alle Arterien) die arteriellen Gefässe der Haut, durch Wärme erweitern sie sich; dadurch wird der Blutzufluss zur Haut entweder gesteigert oder verringert, und Erwärmung oder stärkere Abkühlung mittelst der stärker oder geringer fliessenden Wärmequelle hervorgebracht. Contraction der Hautarterien im Fieberfrost ruft Kältegefühl hervor, obwohl die Gesammttemperatur des Körpers dabei eine abnorm gesteigerte ist.

Die Empfindlichkeit der Temperaturnerven für Temperaturschwankungen ist an den verschiedenen Körperstellen ähnlich verschieden wie das Tastvermögen. E. H. Weber suchte den kleinsten Unterschied auf in der Temperatur zweier die Haut berührender Körper, welcher noch wahrgenommen werden konnte; er kam dadurch zu einer Scala der Empfindlichkeit der Hauttheile, welche mit der Zungenspitze beginnt, wie die oben gegebene, und mit dem Rumpfe endigt; nur die Extremitäten ordnen sich nicht regelmässig ein. Die Temperaturunterschiede, welche noch als different wahrgenommen werden können, liegen zwischen +10 und +47°C. Höhere oder niedere Wärmegrade werden nicht mehr genau geschätzt; je weiter sie sich von den angegebenen Grenzwerthen entfernen, desto weniger gelingt eine Schätzung. Endlich macht der bei Berührung sehr heisser oder sehr kalter Objecte auftretende intensive Schmerz eine Unterscheidung vollkommen unmöglich. Nach Nothnagel liegt das feinste Unterscheidungsvermögen für Temperaturunterschiede zwischen 27° bis 33°C.; zwischen 33° bis 39° aufwärts und von 27° bis 14° abwärts sinkt die Feinheit der Temperaturempfindung nur langsam, während sie von 39° bis 49° aufwärts und von 14° bis [illegible] ziemlich schnell unsicher wird. Längere Zeit hindurch auf die Haut einwirkende Wärme oder Kälte beeinträchtigen die Feinheit des Temperatursinnes. Von Epidermis entblösste Haut reagirt auf Temperaturschwankungen lebhafter als die unversehrte.

Unsere Annahme, dass die Veränderung der Blutzufuhr zur Haut und damit zu den Endigungen der Temperaturnerven der normale Reiz für diese Organe sei, erklärt, wie elektrische und chemische Reizung der Haut, welche die Blutzufuhr zu ihr verändern, scheinbare Temperaturempfindungen hervorzubringen vermögen. Auch zur Hervorrufung der Temperatur-Empfindung ist die Erregung der Endorgane unumgänglich nöthig. Reizen wir die Nervenstämme, in denen Temperaturnerven verlaufen, direct durch Kälte, so bekommen wir nur eine Schmerz-, aber keine Temperaturempfindung. Am Ellenbogen liegt der Nervus ulnaris so nahe unter der Haut, dass er durch Eintauchen des Ellenbogens in eine Kältemischung leicht erregt werden kann. Man spürt dann, wie E. H. Weber zeigte, einen heftigen Schmerz, den wir nach den Principien der Sinnesphysiologie nicht in die gereizte Nervenstelle, sondern in ihre Endorgane in den Fingerspitzen verlegen. Dieser Schmerz, der sich in Nichts mit einer Temperaturempfindung vergleichen lässt, ist so stark, dass er das lokale Kältegefühl an der eingetauchten Hautstelle am Ellenbogen, das anfänglich vorhanden ist, ganz übertäuben kann.

Je rascher die Wärmeabgabe eines Stoffes ist, desto wärmer oder kälter erscheint er, da seine Einwirkung auf die Haut seinem Wärmeleitungsvermögen entsprechend eine intensivere oder weniger intensive in der Zeiteinheit ist. Metall oder Stein scheint demnach bei gleicher Temperatur kälter oder wärmer als Holz.

Die oft gemachte Behauptung, dass der Haut das Vermögen zur Schätzung der absoluten Temperatur abgehe, ist bis zu einem gewissen Grade unrichtig. Jeder Badediener, der die absolute Temperatur seines Bades bis zu 1 oder sogar 0,5° genau anzugeben vermag, wenn er seinen gekrümmten Ellenbogen in das Wasser hineinsenkt, führt den Gegenbeweis. Das absolute Thermometer, das hierbei verwendet wird, ist die konstante Eigentempe-

ratur des gesunden Menschen, wie sie sich in den vor Wärmeabgabe möglichst geschützten Körperstellen findet. Eine solche Stelle mit konstanter Temperatur ist nicht nur die Achselhöhle, sondern auch die Ellenbogenbeuge. Wenn wir, wie es bei der Temperaturmessung des Bades geschieht, den Arm im Gelenke beugen, so setzen wir dort die Wärmeabgabe dadurch so weit herab, dass diese Stelle annähernd die Normaltemperatur des Körpers erlangt. Es bedarf jedoch nach dieser Richtung für die absolute Schätzung ebenso gut einer fortgesetzten Erziehung der Sinnesorgane wie nach anderen. Dieses absolute Wärmeschätzungsvermögen schwankt in den gleichen Grenzen wie das oben besprochene relative aus dem gleichen Grunde. Da das hier gebrauchte Thermometer die normale Eigentemperatur der Haut ist, so ist es einleuchtend, dass das Schätzungsvermögen nach den Schwankungen der Eigentemperatur sich modificiren müsse. Die vollkommen abnormen Zustände im Fieberfrost, in welchem die Hauttemperatur gegen die normale erhöht gefunden wird, können die Behauptung des absoluten Schätzungsvermögens nicht entkräften.

Czermak versuchte die Gefühlskreise für Tastempfindungen bei gleichzeitigen Temperaturempfindungen zu bestimmen. Es zeigt sich, dass bei dem Zirkelversuche die Spitzen näher an einander gebracht werden können und doch noch gesondert empfunden werden, wenn die beiden Spitzen verschiedene Temperaturen haben; wenn sich also mit der Tastempfindung Temperaturempfindung verbindet. Es summiren sich beide Reize: der Druck- und Temperaturreiz zu einer verstärkten (doppelten) Erregung des Centralorganes von der getroffenen Stelle aus, so dass zwei an sich qualitativ sehr ähnliche Druckempfindungen durch die Hinzufügung der Temperaturempfindung zu der einen hinlänglich verschieden werden, um gesondert auffassbar zu sein. Aus einem ähnlichen Grunde erklärt es sich, warum man die Empfindungskreise kleiner bekömmt, wenn die eine der aufgesetzten Zirkelspitzen stumpf, die andere spitz ist. Nach den Druckversuchen Weber's mit verschieden temperirten Gewichten erscheint ein kälteres Gewicht schwerer als ein wärmeres, weil sich wie in den Versuchen Czermak's mit dem Druckreiz an der einen Stelle noch der Kältereiz zu einer gesteigerten Empfindung verbindet.

In den letzterwähnten Fällen wurde die leichtere Differenzirung zweier Reizempfindungen vermittelt durch eine doppelte Reizung an einer Stelle, wodurch ein Summeneffect aus zwei der Qualität nach verschiedenen Reizen zu Stande kam. Der Effect eines sensiblen Reizes nimmt auch dann zu, wenn eine grössere Anzahl von Nervenendigungen gleichzeitig von dem gleichen Reiz getroffen wird. Tauchen wir in zwei Gefässe von gleicher Temperatur in das eine die ganze Hand, in das andere nur einen Finger, so scheint das erstere wärmer als das andere zu sein. Die vielen gleichzeitigen Reize summiren sich zu einem grösseren Effecte als die weniger zahlreichen, obwohl die absolute Reizstärke jedes einzelnen Nervenendorganes in beiden Fällen die gleiche ist. Das Vermögen, relative Unterschiede der Temperaturen zu schätzen, wird unter diesen Versuchsbedingungen soweit beeinträchtigt, dass man zwei Temperaturen in verkehrter Weise für verschieden hält, als sie es in Wahrheit sind. Man hält unter diesen Umständen nach Weber Wasser, welches + 29° R. warm ist, in das man die ganze Hand eintaucht, für wärmer als Wasser von + 32° R., in das man nur den Finger hereinbringt. In dieselbe Täuschung verfällt man, wenn man Wasser von + 17° R. und + 19° R. auf dieselbe Weise untersucht.

E. H. Weber vermuthete, dass für benachbarte Hautstellen auch jene Theile des Gehirnes, zu welchen die Eindrücke von diesen Hautstellen aus fortgepflanzt werden, in nächster Nachbarschaft liegen. Er nimmt dann weiter an, dass die Bewegungen in benachbarten centralen Empfindungsorganen sich nicht nur sehr ähnlich sind, sondern dass sie schwer eine von der anderen weggekannt werden können, sie fliessen vielleicht auch, da ein Centralorgan nächstbenachbarte mit in seine Bewegung hineinzieht, in einander über.

III. Gemeingefühl.

Die sensiblen Nervenendigungen in den übrigen Körperorganen, mit Aus-
ıme der Sinneswerkzeuge und der Haut, sind noch unvollkommen bekannt. Gefühlsempfindungen in den inneren Körperorganen sind einerseits in ncher Beziehung, besonders in den Muskeln, den Tastempfindungen analog, lererseits sind die Nerven der inneren Organe, namentlich der Körperhöh-, auch deutlich für Temperaturreize empfindlich. In der Unterleibshöhle en, nach den übereinstimmenden Aussagen der betreffenden Kranken, plötz-ı erfolgende starke Blutergüsse durch Gefässzerreissungen ein Gefühl von rme und Druck hervor. Die Sehnen, Knorpel, Bindegewebe sind wie das tgewebe normal unempfindlich, die Knochen wenigstens für schwächere ze, doch können, wie es scheint, in krankhaften Zuständen alle diese Organe, lebhaftesten die Knochen, Schmerz erregen. Ueberhaupt kommt bei den eren Organen vor Allem das Schmerzgefühl zur Empfindung. Ein ganz ge-der Mensch wird durch keine Empfindung über seine Körperanatomie, z. B. r die Lage seiner Eingeweide unterrichtet, während in Folge von Krank-en das Bewusstsein von ihnen genaue Kenntniss erlangt. Von den Endor-en der sensiblen Nerven der betreffenden Organe sind die VATER'schen Kör-chen im Mesenterium der Katzen, sowie dieselben Organe an den Gelenken DINGER, RAUBER) bekannt. In den Muskeln ist das Gemeingefühl, die Sensi-tät, am stärksten und am feinsten ausgebildet, über ihre muthmasslichen siblen Nervenendigungen cf. oben. Die sensiblen Muskelnerven l noch wenig erforscht. Man hat zu den Augenmuskeln, die bekanntlich motorischen Nerven N. Oculomotorius, Trochlearis und Abducens erhalten, h dünne Aeste eines Empfindungsnerven, des Ramus ophthalmicus des Tri-ıinus verfolgt. Unstreitig gehen auch zu den anderen Muskeln sensible Fa-n, die sich den motorischen Nervenstämmen durch Anastomosen beimischen. verschiedene Anzahl derselben ist wohl der Grund der verschieden starken ıbildung des Muskelgefühles in den verschiedenen Muskeln.

Das Muskelgefühl leistet uns in zwei verschiedenen Beziehungen sehr we-tliche Dienste. Es unterrichtet uns nicht nur stets von der jeweiligen Lage ıerer Glieder und Hautstellen zu einander, es sind auch die Muskeln, ver-telst welcher wir den Grad der Anstrengung bemessen, welcher erforderlich um den uns geleisteten Widerstand zu überwinden. Für gewöhnliche sen-le Nervenreize zeigen sich die gesunden Muskeln nicht empfindlich. Man ın sie bei Operationen zerschneiden und quetschen, ohne dass, wenn nicht Nerv direct getroffen wird, Schmerzäusserungen dadurch veranlasst würden. ıgegen sind die Muskeln sehr empfindlich für das Gefühl der Anstren-ng — Ermüdung —, welches in extremen Fällen in einen intensiven ımerz übergehen kann. Hierher gehören die Schmerzen durch starke Mus-arbeit, die ungeheure Schmerzhaftigkeit tetanischer Krämpfe z. B. des ıdenkrampfes, der Uteruscontractionen. Vor Allem aber ist hier zu nennen feine Gefühl, welches die durch den Willen hervorgebrachte Zusammen-hung der Muskeln begleitet.

Das Gefühl der Ermüdung, welches durch die anhaltende Muskelcontraction hervoı wird, überdauert seine Ursache lange Zeit, wie man nach angestrengten Fussmärscl nachdem man seinen Arm längere Zeit unbewegt gestreckt hatte, an sich selbst zu bec Gelegenheit findet. E. H. Weber, dem wir auch hier die Grundversuche verdanken erst den Gedanken ausgesprochen, dass die in Folge der Contraction auftretende che Veränderung der Muskelsubstanz das Empfindung und Schmerz erregende sei. Seitdem wir wissen, dass die objectiven Ermüdungserscheinungen diese haben, gewinnt diese Anschauung sehr an Gewicht. Bichat sah, wenn er reizende keiten, wie Tinte, verdünnte Säuren oder Wein in die Arterien lebender Thiere spri tigen Schmerz entstehen. Die genannten sauren Stoffe wirken der Milchsäure oder ren phosphorsauren Kali, die im contrahirten Muskel entstehen, analog, indem s Muskelsubstanz aus den Blutgefässen eindringen. Das Ermüdungsgefühl dauert an Blutcirculation Zeit hatte, die bei der Contraction gebildeten, Schmerz erregenden schlacken abzuführen. Bei allen Krankheiten mit verminderter Circulationser wie bei solchen, welche wie Fieber mit einer raschen Consumtion der Körperstoffe, gesteigerter Bildung der Zersetzungsprodukte aller Organe, auch der Muskeln einb findet sich aus der gleichen Ursache das Ermüdungsgefühl, die Abgeschlagenheit, bei hinzukommenden Anstrengungen oder auch ohne sie leicht in Ermüdungs- oder schmerzen übergehen kann.

Der Kraftsinn. Die Empfindung von dem Grade der erforderlich strengung zur Ueberwindung eines uns geleisteten Widerstandes ist dass er uns Dienste leistet wie ein Sinn, den man nach Weber Kraftsin nen kann. Man kann mit seiner Hülfe, ganz unabhängig von dem Tastsi Unterschied zweier Gewichte noch genauer bestimmen als mittelst d sinnes. Man erkennt noch richtig Gewichte als verschieden schwer, die s 39—40 verhalten. Wir wissen durch Erfahrung, welcher Grad von Anstr der Muskeln erforderlich ist, um unsere Glieder in eine gewisse Lage setzen und sie darin zu erhalten, so genau, dass wir jeden Augenblic den Zustand der Anstrengung der Muskeln, in dem sich diese gerade be anzugeben vermögen, in welcher Lage sich unsere Glieder befinden, au dass wir sie sehen oder dass sie sich gegenseitig berühren. Diese Kenntn der Lage der Glieder zu einander kann ebenso zur Grössen- und Gestalt nehmung mit beiden Händen ergriffener Gegenstände benutzt werden. Erhaltung des Gleichgewichtes beim Stehen und Gehen. Die Feinh Sicherheit der Muskelcontraction, beruhend auf den eben genannten Ur welche (wenigstens die vorläufige Schätzung des zur geforderten Muske nöthigen Impulses vom Nerven aus) theilweise im Gehirn zu Stande k überrascht am meisten bei der Ton- und Buchstabenbildung im Kehlko der Mundhöhle, beim Singen und Sprechen (cf. oben S. 686).

Das Muskelgefühl bringt in manchen speciellen Fällen nicht nur den jeweiligen des Muskels selbst zum Bewusstsein, sondern es verbinden sich mit ihnen auch oft stimmte Phantasievorstellungen. Weber bemerkt, dass Contractionen gew sichtsmuskeln, durch welche wir bestimmte Mienen hervorbringen, sich leicht mit d stellungen verbinden, für welche der betreffende Gesichtsausdruck charakteristisc dass erstere hier und da allein schon genügen, eine gewisse Seelenstimmung in uns zurufen. Umgekehrt verschwinden letztere leichter, wenn die typische Contraction sichtsmuskeln verändert wird, wenn wir z. B. mit der Hand gewisse Runzeln der Stirn wenn wir unserem Gesicht im Gegensatz zu unserer gerade vorhandenen Gemüthssti einen frohen oder wenigstens ruhigen Ausdruck ertheilen.

Gleichgewichtssinn. Wird ein Mensch auf einem passenden Apparat stehend mit diesem um seine Längenaxe gedreht, so verschwindet bei geschlossenen Augen das Gefühl der Drehung, sobald die Drehgeschwindigkeit gleichförmig geworden ist. Nimmt die Drehgeschwindigkeit ab, so entsteht das Gefühl der Drehung in entgegengesetzter Richtung. Die auftretenden subjectiven Täuschungen über den Gleichgewichtszustand des Körpers werden je nach der Kopfhaltung modificirt. Auf einer Wage in verticale Bewegung versetzt, werden von uns bei geschlossenen Augen die Schwankungen gefühlt, der Punkt der Umkehr aber zu früh angegeben. Man fühlt also auch hier lediglich die Veränderung der Beschleunigung (E. Mach). (Ueber die Annahme, dass die halbzirkelförmigen Kanäle im Ohre Organe des Gleichgewichtssinnes seien, s. unten bei Gehörsinn.)

Das Bell'sche Gesetz. Die sensiblen Nerven der Haut stammen aus den hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven, während, wie schon erwähnt, die vorderen der willkürlichen Bewegung vorstehen: Bell'sches Gesetz. Durchschneidet man die hinteren Wurzeln, so hört damit die Empfindung in den von ihnen innervirten Theilen vollkommen auf. Das centrale, mit dem Rückenmark zusammenhängende Ende ist natürlich noch empfindlich und ruft gereizt starke Schmerzempfindungen hervor. So lange die hintere Wurzel noch unversehrt existirt, zeigt sich die vordere, motorische Wurzel auf Reiz ebenfalls, wenn auch viel schwächer als die hintere, empfindlich. Diese scheinbare Sensibilität hört jedoch auf, sobald die hintere Wurzel durchschnitten ist (Magendie). Man erklärt dieses Verhalten dadurch, dass im Ganglion spinale von der hinteren Wurzel Fäden auf die vordere Wurzel übergehen, die dem Rückenmark zu verlaufen, also wieder rückläufig umbiegen. Es muss diese »rückläufige Sensibilität« verschwinden, wenn die hintere Wurzel durchschnitten ist, durch welche die rückläufigen Nerven mit ihren Centralorganen zusammenhängen.

Dreiundzwanzigstes Capitel.

Gesichtssinn. I. Der Bau des Auges.

Die Functionen des Auges und Uebersicht seines Baues.

Das Auge verdankt die Fähigkeit der Lichtempfindung dem in no Verbindung mit seinen peripheren und centralen Endapparaten stehende nerven. Die in der Endausbreitung des Sehnerven, der Netzhaut, Reti legenen Endapparate seiner Fasern, die Stäbchen oder Zapfen Retina, haben die specifische Eigenschaft, die Schwingungen des Lich in einen Nervenreiz zu verwandeln. Objectives Licht von genügender St welches auf ein Stäbchen oder einen Zapfen der Retina auftrifft, bringt Erregungszustand der dem Endapparate zugehörigen Nervenfaser hervor, cher, dem Centralorgane der Empfindung zugeleitet, dort den subjectiven druck einer Lichtempfindung veranlasst. Jeder Erregungszustand der F des Opticus ruft zwar subjective Lichtempfindung hervor, aber nur von Endapparaten aus können die Fasern durch objectives Licht in den Erreg zustand versetzt werden.

Das menschliche Auge kann nicht nur hell und dunkel, sondern auch ben und Gestalten unterscheiden. Für die Auffassung des Lichtreizes für die Unterscheidung seiner Intensität bedürfte das Auge, abgesehen von centralen Sinnesapparat im Gehirn, dessen Erregungszustand uns Lichtem dung bedeutet, nur einer einzigen Nervenfaser mit einem die Lichtreizung mittelnden Endorgane, etwa mit einem Stäbchen verbunden. Bei absolu Lichtmangel würde die Opticusfaser gar nicht erregt werden, mit der Steige der Intensität des objectiven Lichtes würde der Reizzustand an Stärke zu men. Soll das Auge aber auch die Fähigkeit besitzen, die verschiedenen Q täten des Lichtes: die Farben, als verschiedene Reize aufzufassen, so mü nach dem Gesetz der specifischen Energien wenigstens für die Grundfarbe empfindungen, aus denen die übrigen Farbenempfindungen gemi gedacht werden können, specifische Opticusendorgane, specifische Farb empfindungsorgane, welche durch Licht von bestimmter Wellenlänge in v schiedener Weise erregbar sind, vorhanden sein. Ihre gleichzeitige Erreg bringt den Eindruck des weissen Lichtes, die Erregung jedes einzelnen d Eindruck von farbigem Lichte hervor. Die Fähigkeit der Gestaltenwah nehmung setzt eine grössere Anzahl von Opticusendapparaten im Sehorg und Einrichtungen voraus, durch welche von einem Punkte ausgehende, in d

ʒe eintretende Lichtstrahlen im Auge selbst wieder in einen Lichtpunkt und ır in einem Stäbchen oder Zapfen in der Weise vereinigt werden, dass da-ch eine Erregung einer speciellen Opticusfaser erfolgt. Zu diesem Zwecke nit der flächenhaften Ausbreitung des Sehnerven: der Retina, deren für das ıt empfindliche Oberfläche von einer Schicht mosaikartig neben einander ender Stäbchen und Zapfen gebildet ist, ein optischer lichtbrechender Ap-ıt verbunden, welcher homocentrische Lichtstrahlen durch die Brechung ı wieder auf einen Punkt der Stäbchen- und Zapfenschicht der Retina con-rirt. In Folge dieser Einrichtung macht das Licht für das Auge die ganze ıtbarkeit zu einer feinen Mosaik leuchtender Punkte, jeder sichtbare Punkt let seine Strahlen aus und betheiligt sich dadurch an der Herstellung dieser ıik. Die in das Auge von einem deutlich sichtbaren Object aus einfallenden ıtstrahlen vereinigen sich auf der Licht percipirenden Fläche der Retina zu m Lichtbildchen des Objectes; da, wie gesagt, die Retina selbst eine unge-n feine Mosaik lichtempfindlicher Nervenendorgane darstellt, so entspricht verschiedenen das Lichtbild im Auge zusammensetzenden leuchtenden en Flächenabschnitten von der Grösse des Querschnitts eines Licht-empfin-en Retinaelements je ein Reizungszustand eines der vom Bilde gedeckten, ikartig neben einander stehenden nervösen Endorgane. Das Lichtbild im e wird dadurch in ein musivisches Bild verwandelt, von gleicher Ausdeh-g und Gestalt wie jenes, in welchem aber die verschiedenen Helligkeiten Farben des Lichtbildes durch bestimmte Reizzustände der Nervenendappa-und der zu ihnen gehörigen Opticusfasern wiedergegeben sind. Der Vor-g der Netzhauterregung durch Licht ist mit einer chemischen Verän-ung innerhalb der Elemente der Stäbchen- und Zapfenschicht verbunden, die Beobachtungen über Bleichung der Retinalpigmente unter Licht-irkung ergeben. (Fr. Boll, Kühne, cf. unten.)

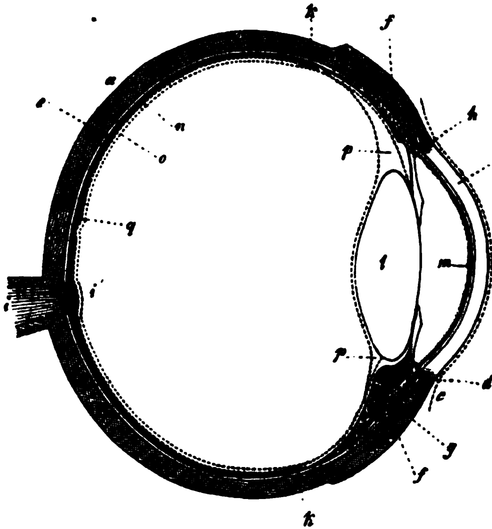
Seinen Functionen entsprechend, lassen sich die wesentlichen Theile des s bezeichnen als lichtempfindlicher Apparat, die Netzhaut, und als licht-ender Apparat, vor Allem Hornhaut, Linse und Glaskörper. Beide be-n noch Schutz- und Ernährungsorgane, weisse Augenhaut und Aderhaut. ist die Trennung keine absolute. Unter den lichtbrechenden Theilen des s scheinen auch die Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen, welche zu m Licht percipirenden Apparat gerechnet werden, eine vielleicht besonders tige Rolle zu spielen. Von den äusseren schützenden Augenhüllen beein-t die durchsichtige Hornhaut vorzüglich den Gang der Lichtstrahlen im e, und die Aderhaut, welche zunächst als Ernährungsorgan des Auges er-int, wird für die genaue Zeichnung der Lichtbilder im Auge einmal dadurch ig, dass ihr vor der Linse liegender, central durchbohrter Abschnitt, die , als in der Weite veränderliche optische Blendung, Diaphragma, wirkt; an-erseits ermöglicht der vorzüglich in ihr verlaufende Accommodationsmuskel h entsprechende Veränderung der Linsenkrümmung und damit des Ge-ntbrechungsvermögens des Auges die Vereinigung von Lichtstrahlen, die verschiedener Entfernung herkommen, zu scharfen Lichtbildern auf der haut, wodurch es dem normalen Auge möglich wird, von Gegenständen in r verschiedenen Abständen vom Auge genaue Gesichtswahrnehmungen zu mitteln.

In dem Auge des Menschen werden durch membranöse Gebilde f durchsichtige Theile umschlossen: die wässerige Feuchtigkeit Augenkammer, die Krystalllinse, der Glaskörper. Sie bilden d und die Hauptmasse des Auges. Umhüllt werden sie von drei in einar genden Systemen von Häuten (Fig. 191). Diese Häute sind:

1. Das System der Netzhaut mit der Pars ciliaris. Sie b innerste Augenhaut und liegt direct auf dem Glaskörper auf. Die Par gelangt bis zum Linsenrande.

2. Das System der Tunica vasculosa besteht aus der A (Choroidea), dem Ciliarkörper und der Regenbogenhaut, Iris. Es das vorige System Linse bis auf eine ru nung an der vorder der Linse: die Pup

Fig. 191.



Querschnitt des Auges nach HELMHOLTZ. a Sclerotica; b Cornea; c Conjunctiva; d Circulus venosus corneae; e Tunica choroidea und Membrana pigmenti; f M. ciliaris; g Processus ciliaris; h Iris; i N. opticus; i' Colliculus opticus; k Ora serrata retinae; l Krystalllinse; m Tunica Descemetii; n Membrana limitans retinae; o Membrana hyaloidea; p Canalis Petiti; q Macula lutea.

3. Das Syst Sclerotica mit d nea. Es bildet Hüllkapsel des A welche in ihrem g hinteren Theile aus durchsichtigen, weis nenhaut des Auges tica, und in dem vorderen aus der d tigen Hornhaut, Cor steht. Sie umschli gesammten anderen theile vollkommen. hinteren Seite wird den eintretenden Se durchbohrt.

Das »Weisse benden Auges ist die Bindehaut, welc Augapfel nach vorn Augenhöhle befestigt, überzogene, weisse Augenhaut. Der durchsichti des lebenden Auges ist die Hornhaut, Cornea, das Fenster des Au sich etwas stärker als die Sclerotica hervorwölbt, und hinter der sich di oder blau und grau gefärbte Iris mit ihrer schwarz erscheinenden c Oeffnung: der Pupille, zeigt.

Die Gestalt des Auges wird durch Sclerotica und Cornea bedingt, welche durch ihre Festigkeit vor äusseren Eingriffen schützen. Die Form des Augapfels ist, o lich betrachtet, kugelig, doch ist die hintere Seite meist ziemlich stark abgeplattet Mehrzahl der Fälle stellt die Form der Sclerotica ein Ellipsoid dar, das wir, umgel die Gestalt der Cornea (cf. diese), durch Umdrehen einer Ellipse um ihre kleine entstanden denken können. Sehr kurzsichtige Augen haben dagegen eine Form; sie stellt ein Ellipsoid dar, das man sich ebenso wie die Form der Hornhaut d

ung einer Ellipse um ihre grosse Axe entstanden denken kann. Eine Linie, durch den punkt der Hornhaut und des ganzen Auges gelegt gedacht, bezeichnet man als Augen-, eine darauf senkrecht durch die grösste Weite des Augapfels gelegte Ebene bezeichnet als: Aequatorialebene des Auges, ihren Umfang als Aequator. Die vier ge- Augenmuskeln drücken den Augapfel etwas ein, der sich zwischen ihnen leicht hervor- Vorn geht die Sclerotica in die stärker gekrümmte Cornea über, hinten und etwas unten und innen zu ist sie vom Sehnerven durchbohrt.

Zur vergleichenden Anatomie und Physiologie. — Die einfachsten Augen nie- rer Thiere scheinen vielleicht nur hell und dunkel zu unterscheiden, erst bei einem licirteren Bau mit einer Mosaik von Krystallstäbchen, die den Netzhautstäbchen und der Retina entsprechen, kommt auch eine genauere Raumunterscheidung mit Hülfe uges hinzu. Zu diesem Zwecke muss das von gesonderten leuchtenden Punkten der welt ausgehende Licht gesondert, d. h. durch verschiedene Nervenfasern wahrgenommen n. Es darf dann jede einzelne Nervenfaser nicht mehr von allen Seiten des Raumes zugeführt erhalten, sondern nur von einem möglichst punktförmig beschränkten Raum, jeder Nervenfaser ein kleines möglichst punktförmiges Gesichtsfeld entspricht. In Menschenauge und den meisten höher entwickelten Augen wird das durch Lichtbrechung ht. In den zusammengesetzten Augen der Gliederthiere wird die Scheidung des durch undurchsichtige, die Nervenfasern und ihre Endorgane abgrenzende, trichter- gestellte Scheidewände vermittelt (cf. unten).

Sclerotica und Cornea.

Die Sclerotica, die weisse Augenhaut, ist eine feste, fibröse, aus Bindegewebe eingelagerten elastischen Fasern gebildete Membran. Sie ist biegsam, aber unausdehnbar. Ihre Bindegewebsfibrillen verlaufen meist der Oberfläche Membran parallel, wodurch diese unvollkommen in Lamellen spaltbar wird. Grundsubstanz sind Zellen eingelagert, die den unten zu beschreibenden hautkörperchen ähnlich sind. Wie die Hornhaut ist auch die Sclerotica von zierlichen Netze von Saftcanälchen durchzogen, die in letzteren ge- en Zellen enthalten bei vielen Säugethieren Pigmentkörnchen (Stricker, lt). Die Nerven in der Sclerotica passiren diese z. Thl. nur, um zu dem lus ciliaris, der Iris, Cornea etc. zu gelangen, doch lassen sich (deutlich Frosch und albinotischen Kaninchen) auch eigene Scleroticanerven nach- en (Stricker, Helfreich). Die ziemlich spärlichen Blutgefässe bilden weitmaschiges Netz unter der inneren Oberfläche der Sclera. Um die Ein- stelle des Opticus läuft ein arterieller Gefässkranz, von welchem zahlreiche ige in das interstitielle Bindegewebe des Opticus treten.

Die Cornea, Hornhaut, des Menschenauges setzt sich aus mehreren Schich- verschiedener Gewebe zusammen. Das eigentliche Hornhautgewebe, das Hauptmasse der Hornhaut ausmacht, wird nämlich nach aussen von einem chichteten Plattenepithelium, dem äusseren Hornhautepithel, be- t. Nach innen schliesst sich an das eigentliche Hornhautgewebe eine ela- he, meist homogen erscheinende glasartige Lamelle, die Descemetische r Demoursische Haut an, die auf ihrer inneren gegen die Augenkammer ndeten Seite mit einer einfachen Lage abgeplatteter Zellen mit runden en, dem inneren Hornhautepithel oder Endothel der Descemetischen t bekleidet ist.

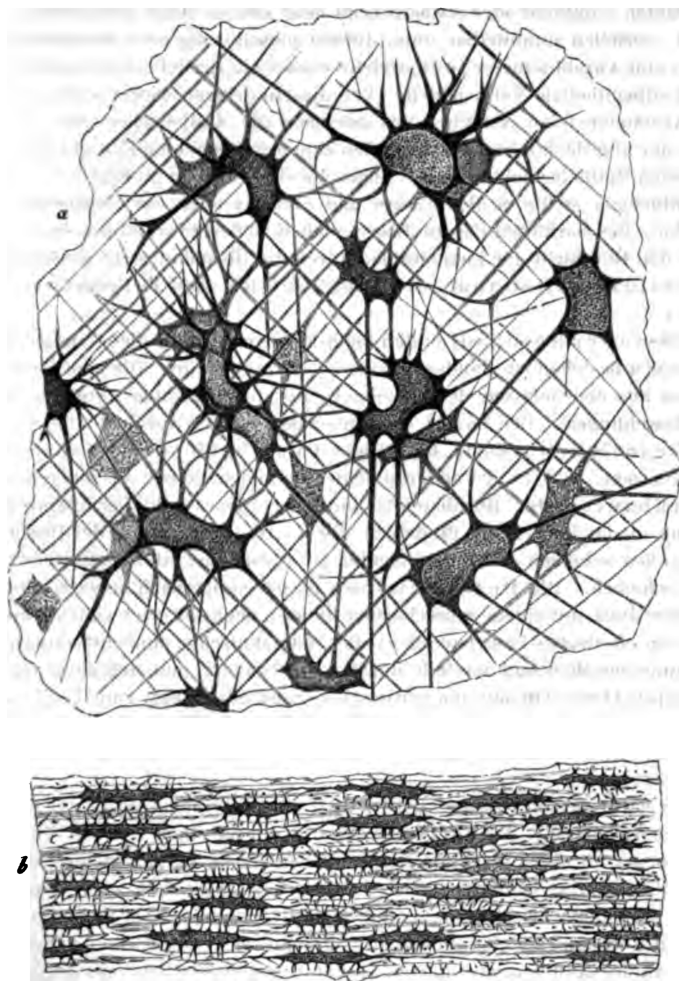
Das äussere Hornhautepithel zeigt in den obersten Schichten ab plattete, in der untersten, unmittelbar auf dem Hornhautgewebe aufsitze innersten Schicht cylindrische Zellen. Die Zellen erscheinen von rauher Ob fläche, ihre kurzen Zacken in einander geschoben wie bei Riff- oder Stach zellen (A. Rollett, S. 35, Fig. 32). Die Descemetische Haut präse sich auf Hornhautdurchschnitten als scharf gezeichnete Schicht. Ihre Di nimmt mit dem Alter von 0,005—0,02 mm zu. Im frischen Zustand ersch die Membran meist structurlos, unter Einwirkung von Reagentien erhält sie e der Oberfläche parallele Streifung.

Das eigentliche Hornhautgewebe gehört wie das Gewebe der Sc rotica zu den Geweben der Bindesubstanz. Auch hier findet sich eine fibril Grundsubstanz von einem reichen Saftcanälchennetze (v. Recklinghau durchzogen, in dessen Innern sich Zellen finden und zwar Zellen zweierlei fixe Hornhautkörperchen (Virchow) und bewegliche Zellen, Wand zellen (v. Recklinghausen, Engelmann), welche im lebenden Gewebe leb amöboide Bewegungen und einen deutlichen Ortswechsel erkennen lassen. Fibrillen der Grundsubstanz sind sehr fein, höchstens 0,0001 mm dick (E mann), sie vereinigen sich zu breiten Bündeln, welche meist der Hornhaut fläche ziemlich parallel verlaufen. Die Richtungen der übereinander liege Bänder kreuzen sich unter verschiedenen Winkeln, hier und da rechtwink Gegen die äussere Oberfläche des Hornhautgewebes zu nehmen die Faserbü einen gegen die Oberfläche geneigten Verlauf und schieben sich dabei sehr i durch einander. Gegen das äussere Epithel grenzt sich das Hornhautgew durch eine vordere Grenzschicht (Reichert) ab, welche nach A. Rollett aus Fibrillen besteht, von Henle unter dem Namen Lamina elastica a rior als ein Analogon der Descemetischen Haut beschrieben wurde. Di brillen der Cornea sind durch eine Kittsubstanz mit einander verbunden, w Engelmann für flüssig erklärte, was nach Rollett mit den sonstigen Beob tungen nicht in Einklang steht. Die Saftcanälchen, welche die fibri Grundsubstanz der Hornhaut durchziehen, bestehen aus weiteren buch Hohlräumen, die unter einander durch feinere, nach den verschiedensten tungen abgehende, unregelmässig verästelte Röhrengebilde anastomosiren. den Erweiterungen des Saftcanälchennetzes finden sich Zellen, die fi Hornhautkörperchen, eingelagert, welche innerhalb der Saftcanälche zusammenhängendes Protoplasmanetz bilden. Diese Hornhautzellen entbe einer äusseren Membran, ihr Körper ist, abgesehen von ihren Protoplasma sätzen, glatt, ebenso ihr Kern, meist liegt ihre schmale Seite senkrecht zur Ho hautoberfläche, so dass sie von oben gesehen breit, auf senkrechten Hornh durchschnitten aber ziemlich spindelförmig erscheinen. Die Hauptprotoplas masse der Zellen sendet eine grössere oder geringere Anzahl sich verästel und dabei schmäler werdender Protoplasmafortsätze aus, die sich mit analo Fortsätzen anderer Hornhautkörperchen zu einem zierlichen Netze vereini dessen Maschen oft sehr regelmässig sechseckig erscheinen (Rollett) (Fig.

Das Netz der Hornhautkörperchen fällt mit dem der Saftcanälchen fast v kommen zusammen (His), doch bleibt in ersterem so viel Raum, dass sich noch, wie Rollett angibt, die beweglichen Körper der Hornhaut v. Reckl hausen's, die Wanderzellen, darin fortbewegen können. Letztere sind kle

e fixen Hornhautkörperchen, ihre Ausdehnung beträgt meist nur 0,015 mm LMANN). Ihre Anzahl ist wechselnd in verschiedenen Hornhäuten, doch sie sich in allen Schichten. Ihre lebhaften Formveränderungen gleichen jenen der amöboiden weissen Blutzellen oder der Eiterkörperchen, ihre erscheint aber im Hornhautgewebe häufig auffallend verlängert und sehr

Fig. 192.



hautkörperchen aus einer mit Goldchlorid behandelten und von der Fläche gesehenen Froschcornea. b die Hornhautkörperchen auf einem zur Oberfläche senkrechten Schnitte einer mit Goldchlorid behandelten Froschcornea.

l (ROLLETT), entsprechend dem zarten Lückensysteme, in welchem sie sich en. Sie stammen theils aus dem Blute und sind wahre ausgewanderte Blutkörperchen (COHNHEIM), theils können sie, wie es scheint, auch aus nwandlung fixer Hornhautkörperchen (namentlich bei Entzündungen der aut) entstehen (F. A. HOFFMANN, NORRIS, STRICKER, ROLLETT).

inneren Lage der oberflächlichen, abgeplatteten Zellen weitere feine Endäste ab in der äussersten Epithelschicht oft etwas angeschwollen endigen (A. ROLLETT). haut des Kaninchens stellte S. H. CHAPMAN und STRICKER auch ein oberflächl Nervennetz dar. Die marklosen Fasern dieser reichen Geflechte sind im Leben tig, dass sie den Durchtritt der Lichtstrahlen durch die Hornhaut nicht merkli Die Temperaturempfindung der Hornhaut ist nach E. FUCHS vor abhängig.

Die Gefässe der Hornhaut bilden beim Menschen nur einen aus zi largefässschlingen bestehenden Randsaum von 1—1,5 mm Breite. Die oberfläc fässe stammen aus den Gefässen der Bindehaut, aus der Sclerotica stammen liegende Gefässschlingen. Der Mangel der Blutgefässe ist der Hornhaut durc nannten Saftcanälchen ersetzt. Eigentliche Lymphgefässe wurden an beobachtet (KÖLLIKER, HIS), in den anderen Schichten fehlen sie wie die Blutgef

Am Hornhautrande, Hornhautfalz, Limbus corneae, geht das äusser Unterbrechung in das Epithel der Bindehaut über Auch die Fasern des Hor und der Sclerotica scheinen sich mit einander zu verbinden, oder wenigsten einander zu schieben. Die Descemetische Haut endigt nach neueren A Grenze der Sclerotica mit einem zugeschärften Rande; nach KÖLLIKER geht sie hautrande in ein elastisches Fasernetz über, das beim Menschen zunächst einen Gürtel am Rande der Membran darstellt (ROLLETT und IWANOFF) und sich dann a tum iridis pectinatum auf den vorderen Irisrand umschlägt, zum Theil stischen Fasern auch in den Musculus ciliaris und die innere Wand des SCHLEM Das Endothel der Descemetischen Haut steht in Verbindung mit dem der Vorde (ROLLETT, IWANOFF).

Ueber die Natur des SCHLEMM'schen Canals, Circulus venosus corn noch differente Ansichten. Der Entdecker erklärte ihn für einen venösen Sin hält ihn mit ROUGET für einen plexusartigen Kranz von Venen, unter denen eine vorragt; nach G. SCHWALBE ist der SCHLEMM'sche Canal ein Lymphraum. Der Can findet sich an der Stelle, wo Hornhaut und Sclerotica von einander abgegren förmig um den Hornhautrand herumlaufend. Er wird nach vorne von der Sc hinten in seinem der Cornea zugewendeten Abschnitt von elastischem, aus der M

Messung der Augenform und Hornhautkrümmung.

Das Auge verändert seine Spannung nach dem Tode sehr rasch und bedeutend. C. KRAUSE at Messungen an 8 möglichst frischen Augen mit dem Zirkel und Mikrometer bei schwacher 'ergrösserung angestellt, die aber nur als Näherungswerthe betrachtet werden können. Er nd von aussen gemessen in Pariser Linien (1 mm = 0,443 Linien):

die Länge der Augenaxe (transversaler Durchmesser) zwischen	23,7—25,0 mm
den senkrechten Durchmesser zwischen	23,3—24,4 -
den grossen diagonalen Durchmesser zwischen	24,3—25,5 -
den kleinen - - -	24,0—25,1 -

Die Dicke der Sehnenhaut fand er in der Augenaxe zwischen 1,0—1,5, im Aequator wischen 0,79—1,13, im vorderen Rand zwischen 0,68—0,90 mm.

Die Dicke der Hornhaut fand er in der Mitte zu 0,79—0,12, am Rand von 1,0—1,4 mm.

HELMHOLTZ findet die Dicke der Hornhaut beim Erwachsenen in den mittleren zwei Vier- in des Querschnitts fast konstant, sie nimmt erst gegen den Rand rasch zu, in der Mitte er- scheinen sonach die Krümmungskreise in der inneren und äusseren Fläche nahezu concen- trisch. Die vordere Fläche ist sehr nahe ein Abschnitt eines Rotations- llipsoides, das um seine längere Axe, deren Ende im Mittelpunkt der Hornhaut liegt, gedreht ist. Beim Neugeborenen ist die Hornhaut im Scheitel m dicksten.

Die Krümmung der Hornhaut, deren genaueste Kenntniss für die physiologische ptik von grösster Bedeutung ist, kann genügend scharf nur an lebenden Augen gemessen erden. Man misst zu diesem Zwecke die Grösse eines Spiegelbildes auf der Hornhaut. ennt man die Grösse und Entfernung des gespiegelten Objectes von einer kugelig gekrümm- n, spiegelnden Fläche, so kann man aus der Grösse des Spiegelbildes den Krümmungsradius r spiegelnden Fläche, hier der Hornhaut, berechnen. Eine kugelig gekrümmte Fläche gibt m so kleinere Spiegelbilder, je kleiner ihr Krümmungsradius ist. KOHLRAUSCH liess als Object ei Lichter, deren Abstand von einander und vom Auge er kannte, im Auge sich spiegeln. . beobachtete das Auge mit einem für geringe Entfernungen anwendbaren Fernrohr, in sen Ocular zwei Spinnenfäden parallel gespannt waren, denen er mittelst einer Schrauben- rrichtung beliebige Entfernungen von einander geben konnte. Die Spiegelbilder der Lichter scheinen auf der Hornhaut als zwei leuchtende Punkte, auf welche die Spinnenfäden mög- st genau eingestellt wurden. Die Entfernung der Spinnenfäden und damit die Entfernung r Spiegelbilder im Auge konnte gemessen, und daraus der Krümmungsradius der Hornhaut rechnet werden. — Um diese Messung des Spiegelbildes von störenden Bewegungen des obachteten Auges frei zu machen, konstruirte HELMHOLTZ das Ophthalmometer. Wenn ir durch eine planparallele Glasplatte schräg hindurchblicken, so sehen wir einen Gegen- nd, den wir betrachten wollen, zwar in seiner natürlichen Grösse, aber etwas seitlich ver- choben, und diese Verschiebung ist um so grösser, je spitzer der Winkel zwischen den Licht- trahlen und der Fläche der Platte wird. Betrachten wir mit einem Auge gleichzeitig durch wei solche planparallele Glasplatten, die sich unter irgend einem Winkel kreuzen, eine Linie, o erscheint sie, da die eine Platte ihr Bild nach der einen, die andere nach der anderen Seite erschiebt, doppelt. Die Entfernung der Doppelbilder ist um so grösser, je grösser der Dreh- ungswinkel der Glasplatten, sie kann aus den Winkeln, welche die Platten mit der Axe des ernrohrs machen, berechnet werden. Das Ophthalmometer ist nun im Wesentlichen ein Fern- ohr, zum Sehen auf geringe Entfernungen eingerichtet, vor dessen Objectivglase neben ein- nder zwei Glasplatten stehen, so dass die eine Hälfte des Objectivglases durch die eine, die ndere durch die andere Platte sieht. Stehen beide Platten in einer gegen die Axe des Fern- ohrs senkrechten Ebene, so erscheint nur ein Bild des betrachteten Objects, z. B. des Spie- elbilds eines Lichtes auf der Hornhaut, dreht man aber beide Platten ein wenig und zwar nach entgegengesetzten Seiten, so theilt sich das einfache Bild in zwei Doppelbilder. Der

Drehungswinkel der Platten kann am Instrumente genau abgelesen werden. Lässt man wie nach der Methode von Kohlrausch, auf der Hornhaut einen Maassstab sich spiegeln, de Ende man mit je einem Lichte bezeichnet hat, und stellt die durch die Drehung der Pl erzeugten Doppelbilder so an einander, dass das Ende des einen den Anfang des andere nau berührt, so ist die Länge des Spiegelbildes des Maassstabes gleich der Entfernung s beiden Spiegelbilder von einander und kann wie diese berechnet werden. Das Ophthalmor ist also ein Instrument zur genauen Längenmessungdes Spiegelbildes, es kann auch zur sung anderer namentlich optischer Bilder mit Vortheil angewendet werden.

Helmholtz bestimmte mit dem Ophthalmometer die Elemente des horizontalen Di schnitts der Hornhaut für die Augen dreier weiblicher Individuen zwischen 25—30 Ja es ergab sich in Millimetern:

	I.	II.	I
Krümmungsradius im Scheitel	7,338	7,646	8,
Quadrat der Excentricität	0,4867	0,2430	0,
halbe grosse Axe	13,027	10,400	11,
halbe kleine Axe	9,777	8,788	9,
Winkel zwischen grosser Axe und Gesichtslinie	4°19′	6°48′	7
horizontaler Durchmesser des Umfangs	11,64	11,64	12,
Abstand des Scheitels von der Basis	2,560	2,531	2,

Der Mittelpunkt der äusseren Fläche der Hornhaut fällt in allen drei Augen fast g mit dem Scheitel der Ellipse zusammen. Die Gesichtslinie (cf. unten) liegt auf der N seite des vorderen Endes der grossen Axe des Hornhautellipsoides.

Donders theilt eine grosse Anzahl von physiologisch wichtigen Messungen des Krümm radius in der Gesichtslinie mit, die Mittelwerthe derselben sind in Millimetern:

Männer:		Frauen:		Nach der Sehwei
20 unter 20 Jahren	7,932	6 unter 20 Jahren	7,720	27 Normalsichtige .
51 - 40 -	7,882	22 - 40 -	7,799	25 Myopische . . .
28 über 40 -	7,819	16 über 40 -	7,799	26 Hypermetropische
11 - 60 -	7,809	2 - 60 -	7,607	
Mittel	7,858	Mittel	7,799	
Maximum . . .	8,396	Maximum . . .	8,487	
Minimum . . .	7,298	Minimum . . .	8,115	

Der hier gemessene Krümmungsradius der Hornhaut nimmt darnach im Alter etwa die Krümmung nimmt also entsprechend zu. Bei normalsichtigen (emmetropischen A ist die Krümmung der Hornhaut am stärksten, bei myopischen (kurzsichtigen) geringer geringsten bei hypermetropischen (überweitsichtigen) Augen. Namentlich für die kurz tigen Augen war dieses Resultat überraschend, da man bis dahin ihre Anomalie zum auf eine stärkere Hornhautkrümmung glaubte zurückführen zu dürfen.

Die Berechnung des Krümmungsradius der Hornhaut (Helmholtz) ist, wie gesagt, einfach, wenn das gemessene Spiegelbild verhältnissmässig klein gegen den Radiu Es verhält sich die Grösse a des Objekts zur Entfernung b des Objekts vom Auge wie Grösse α des Bildchens zum halben Krümmungsradius $\frac{1}{2}r$, der aus dieser Proportion zu rechnen ist: $a : b = \alpha : \frac{1}{2}r$.

Tunica vasculosa: Choroidea und Iris.

Die Tunica vasculosa s. uvea kleidet als Choroidea die Sclerotica in aus; noch ehe sie den Rand der Cornea erreicht, 1 mm davon entfernt, biegt sich von der äusseren Umhüllungshaut des Auges ab und legt sich im weite Verlauf an die Vorderfläche der Linse an, welche sie als Iris, Regenbogenha bis auf die der Pupillaröffnung entsprechende Centralpartie bedeckt.

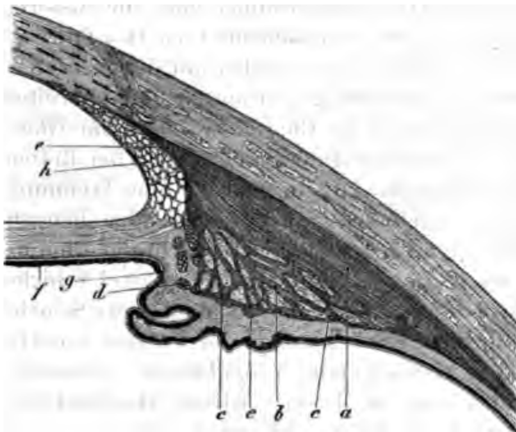
Die Choroidea ist eine 0,06—0,16 mm dicke, gefässreiche Membran. An der Eintrittsstelle des Opticus hängt sie fester mit der Sclerotica zusammen, und ebenso vorne an der Grenze der Sclerotica und Hornhaut, wo sich die ringförmige Sehne des Ciliarmuskels ansetzt. Sonst sind beide Häute nur lose durch Gefässe und Nerven verbunden. Die Hauptmasse der Choroidea wird von Gefässen gebildet, welche mit den glatten Muskelfasern und Nerven der Membran in einem Stroma getragen werden, das sich durch eine grosse Anzahl sternförmig verästelter, unter einander anastomosirender Pigmentzellen charakterisirt, welche in ein dichtes Netz verästelter Fasern eingelagert sind. Auch Wanderzellen kommen nach IWANOFF vor. Nach FRANZ MORANO werden die Capillargefässe von einer Lymphscheide, einem perivascularen Canal umgeben, und communiciren die augenscheinlich canalisirten Bindegewebskörperchen der Lymphscheide (d. h. die Hohlräume, in welche die Protoplasmakörper der Zellen gebettet sind) durch hohle Ausläufer mit analogen Hohlgebilden die Blutgefässwandung und stellen auf diese Weise eine, wenn auch äusserst enge, doch eine Verbindung zwischen den beiden Gefässhohlräumen dar. Die äussere, der Sclerotica zugewendete Fläche zeigt eine Pigmentschicht, Lamina fusca; an der Uebergangsstelle der Choroidea und Iris, wo sie sich mit der Sclerotica verbinden, umkreist die Membran als ein ringförmiges, graues, 3—4 mm breites Band **der Ciliarmuskel.** Gegen die Retina zu ist die Choroidea durch eine Glashaut, Lamina vitrea, abgegrenzt, an welcher die Pigmentschicht der Retina so fest ansitzt, dass sie auch in den Abschnitten, in welchen eine Trennung der Häute leichter ausführbar ist, regelmässig an der Choroidea hängen bleibt, was früher Veranlassung gab, sie als innere Pigmentschicht der Choroidea zu beschreiben. Das Gewebe der Choroidea selbst zerfällt in zwei Schichten, die innere Membrana choriocapillaris und in die äussere Schicht der gröberen Gefässe, welche sich durch das Vorkommen der Venae vorticosae, fünf bis sechs quirlförmig sich vereinigender Venenbündel, auszeichnen. Die untere Fläche der Choroidea zeigt in ihrem vorderen Abschnitt den bekannten Kranz von meridional gerichteten Falten, durch tiefe Furchen von einander getrennt, die Ciliarfortsätze, Processus ciliares, 70—80 an Zahl (Fig. 491). Sie erheben sich gegen die Iris zu, erreichen ihre grösste Höhe in der Gegend des äusseren Linsenrandes und fallen dann steil gegen die Iris ab, an deren Hinterseite die meisten als geringe Erhebungen sich fortsetzen. Sie werden der Hauptsache nach durch ein Convolut von Gefässstämmen gebildet und setzen sich mit einem gezackten Saum im Ganzen von dem glatten Theil der Choroidea ab. Der ganze vordere Abschnitt der Choroidea von der Ora serrata an, mit Ciliarfortsätzen und Ciliarmuskel, wird als Corpus ciliare bezeichnet. Die Enden der Ciliarfortsätze und die Linsenkapsel berühren sich niemals vollkommen (O. BECKER).

Von der Ora serrata an verbinden sich Choroidea und Netzhaut noch inniger unter Zunahme der Pigmentschicht, welche auf dem hinteren Abschnitte der Retina nur eine einfache, auf ihrem Ciliartheil dagegen eine mehrfache Lage bildet. Die Membrana choriocapillaris erstreckt sich nur bis zur Ora serrata.

Sehr bemerkenswerth erscheinen die in der Choroidea vorkommenden glatten Muskelfasern. H. MÜLLER fand im hinteren Abschnitt der Choroidea an den Seiten der Arteriae ciliares breves längsgerichtete Bündel glatter

Muskelfasern, in individuell verschiedener Anzahl, ähnliche dünne Bün den sich auch frei im Stroma zwischen den Gefässen zerstreut. Die H sammlung glatter Muskelfasern findet sich im Ciliarmuskel, dem B schen Muskel, Tensor choroideae (Brücke, H. Müller, Iwanof Durchschnitten zeigt dieses für die Functionirung des Auges äusserst Organ eine dreiseitige Gestalt, die Spitze nach unten gekehrt. Aus sei bindung ausgelöst würde er sich also als ein dreiseitiges, 0,8 mm dic einem Ring zusammengebogenes Prisma darstellen (Iwanoff). Die Fas Muskels entspringen mit ringförmigen Sehnen, aus festem, plattenförmi breitetem Bindegewebe bestehend, von der inneren Seite des Schle Canals da, wo der elastische und sehnige Theil der Wand sich mit einan binden, die Sehnenfasern gehen schliesslich in das Cornealgewebe üb vordere Seite und theilweise der innere vordere Winkel des Muskels ziemlich dicken, ringförmig wie der ganze Muskel verlaufenden Muskel gebildet, die als ein s diger Muskel angeseh den können: H. Müll Muskel. Der grösste T Muskelfasern zeigt ei ridionalen, der Richt Ciliarfortsätze entspre Verlauf. Die tieferli Bündel divergiren vo Ursprung aus strahl und anastomosiren hä ter einander. Nachde die innere Seite gelar wird ihre Richtung und sie bilden auf die längs der ganzen inne keloberfläche ein dic culäres Fasergeflecht ((Fig. 193). Die meridio laufenden Bündel endi Theil etwa 3 mm v sprung des Muskels im geschlossenen, nach hinten convexen, durch Ana entstandenen Schlingen. Ein anderer Theil behält seine Richtung bei u liert sich endlich im Stroma der Choroidea, am weitesten kann man ihr lauf zu den Seiten der langen Ciliararterien verfolgen. Innervirt w Muskel vom Oculomotorius aus.

Fig. 193.



Durchschnitt der Ciliargegend eines Menschenauges. *a* meridionale Muskelbündel des Musc. ciliaris. *b* tiefere strahlenförmig verlaufende Bündel. *ccc* circuläres Geflecht. *d* Müller'scher Ringmuskel. *f* Muskelplatte an der hinteren Irisfläche. *g* Muskelplexus am Ciliarrand der Iris. *e* ringförmige Sehne des Musc. ciliaris. *h* Ligam. pectinatum.

Auf die Function des Brücke'schen Muskels kann erst weiter unten bei der Lehre Accommodation näher eingegangen werden. Iwanoff beschreibt sehr bedeutende ind Verschiedenheiten seiner Entwickelung. Bei Weitsichtigen sind vor Allem die ci Fasern seines vorderen Abschnitts, der Müller'sche Muskel, entwickelt, der Musk Ganzen kleiner und nicht unbedeutend nach vorne zu verschoben. Bei Kurzsic sind die ringförmigen Bündel sehr schwach entwickelt, der Muskel zeigt vorwiegend

iale und strahlige Bündel, wodurch sein vorderer Theil nach rückwärts gedrängt, der ganze Muskel länger erscheint.

Die Iris, Regenbogenhaut, liegt als optische Blendung wenigstens mit ihrem Rande dicht auf der Vorderfläche der Linse auf, so dass Lichtstrahlen nur durch den centralen Abschnitt der Linse, welcher von der Iris (Pupille) in wechselndem Umfang unbedeckt bleibt, frei einfallen können. Vom Ciliarrande der Iris, mit welchem sie an dem Ciliarkörper und gemeinschaftlich mit dem Ciliarmuskel an dem elastischen Theil der Wand des SCHLEMM'schen Canals befestigt ist, treten 5—6 concentrisch auf der äusseren Oberfläche verlaufende Fältchen ab; in der Nähe des Pupillarrandes zeigt sich dagegen die Irisoberfläche mit einer grösseren Anzahl strahliger, eng zusammengelegter ltchen besetzt. Schon oben wurde erwähnt, dass durch ein frei durch die sserige Feuchtigkeit verlaufendes Netzwerk elastischer Fasern, das Ligamentum iridis pectinatum, die Hinterfläche der Cornea mit der Iris in Verbindung ht und dass mit geringen Modificationen der Zellen auch ihr inneres Epithel f die Vorderfläche der Iris sich fortsetzt. Auf der Hinterfläche der Iris liegt e dicke Pigmentschicht, Uvea, auf, welche die Pupille mit einem feinen warzen Rande einsäumt und nach hinten in das Pigment des Ciliarkörpers ergeht. Das Stroma der Iris setzt sich aus Bindegewebsfibrillen und sternmig verästelten und anastomosirenden Zellen zusammen. Letztere sind in warzen Augen stark pigmentirt, in hellen Augen aber pigmentfrei. Ausserm kommen in letzteren noch runde, den Lymphkörpern ähnliche Zellen vor, sich in dunklen Augen auch pigmentirt zeigen können. Die dunkle Farbe r Iris rührt von den Pigmentzellen im Innern des Stromas her; befindet h nur auf der Rückseite eine Pigmentschicht, so erscheint die Iris als ein trü Medium vor einem dunklen Hintergrunde blau. Da sich die Stromazellen Iris erst nach der Geburt färben, werden, wie man behauptet, alle Kinder dunkelblauen Augen geboren (ARISTOTELES). Bildet sich nun reichlicher omapigment, so werden die Augen braun, verdickt sich nur das Stroma ohne menteinlagerung, so werden die Augen, da sie dann einen grossen Antheil auffallenden Lichtes reflectiren, erst heller blau, dann grau. In das Stroma d Nerven, Blutgefässe und namentlich organische Muskelfasern eingelagert, elche die Bewegung der Pupille vermitteln, man pflegt sie als zwei Muskeln beschreiben.

Der Ringmuskel der Pupille, M. sphincter pupillae, vom Nervus ulomotorius innervirt, umkreist in concentrischen Ringen den Pupillarnd in einer Breite von 1 mm, seine Contraction verengt die Pupille. Er liegt mlich direct unter der Uvea, hinter der Hauptmasse der zum Pupillarrande rlaufenden Gefässe und Nerven. Der Erweiterer der Pupille, M. dilator pupillae, vom Sympathicus innervirt, bildet in seiner Hauptmasse eine sammenhängende, die ganze Rückfläche der Iris überziehende Muskelplatte s regelmässig neben einander, strahlenförmig vom Pupillarrande zum Ciliarnde verlaufenden Fasern. Am Pupillarrande bildet seinen Anfang eine Anzahl genförmig verflochtener Bündel, welche theils im Innern des Sphincter, theils seiner Hinterfläche zwischen ihm und der Pigmentschicht gelagert sind. Der liarrand der Iris wird von seinen sich hier theilweise verflechtenden Fasern ingförmig umfasst (HENLE, JEROPHEEFF, IWANOFF).

in ein Netz von mittelstarken Nervenästen, welche hierbei einen, an die Faserv Chiasma nervorum opticorum erinnernden Faseraustausch erkennen lassen.

Die Blutgefässe der Tunica vasculosa sind für die eigentliche C kurzen hinteren Ciliararterien: Ciliarkörper und Iris werden von den l teren und den vorderen Ciliararterien versorgt, sie senden aber aucl rückläufiger Zweige zur Verbindung mit dem Verbreitungsgebiet der hinteren (Der grösste Theil des Venenblutes der gesammten Tunica vasculosa hat einen Abfluss durch die Venae vorticosae (STENSON) und nur ein Theil des Blut muskels ergiesst sich nach aussen durch die kleinen vorderen Ciliarvenen (TH.

Die beiden Arteriae ciliares posteriores longae verlaufen unter der Sclerotic ästelungen abzugeben, nach vorne zum Ciliarmuskel, theilen sich hier gabelig i welche die Substanz des Muskels durchbohren und an seinem vorderen En circuläre Richtung umbiegen, so dass die beiden Aeste jeder Arterie einander in Auges entgegenlaufen, hierdurch entsteht ein am vorderen Rande des Muskels fässkranz, in welchen auch Aeste der vorderen Ciliararterien eintreten: Circu osus iridis major, welcher besonders die Iris und die Ciliarfortsätze Arterien beider müssen also sämmtlich vorher den Ciliarmuskel durchsetzen. der Ciliarfortsätze sind kleine Aeste, welche sich rasch in viele unter einande rende Zweige auflösen, die sich allmälig erweitern und in die Anfänge der Vene Diese Venen bilden als ein anastomosirendes Gefässnetz die Hauptmasse der C Aus ihnen verlaufen parallel nebeneinander kleine Nervenstämmchen rückwär serrata, d. h. bis zum Anfang der Kapillargefässschicht der Choriocapillaris, i Blut auf und bilden nun die Venae vorticosae, welche die Sclerotica nicht we Aequator durchsetzen. Die Arterien der Iris bilden nahe dem Pupillarrande ein Anastomosen: Circulus iridis minor.

Lage der Iris im Auge. — Von dem Ligamentum iridis pectinatum an l Neugeborenen bis zu ihrem Rand die Iris genau an die vordere Fläche der Linse sie etwas nach vorn gewölbt wird. Bei dem Erwachsenen liegt dagegen, wie es s nur ihr Rand in grösserer oder geringerer Ausdehnung an der Linse an. Durch der Strahlenbrechung erscheint die Iris bei der gewöhnlichen Betrachtung des A nach vorn gerückt, der Hornhaut mehr genähert, als sie es wirklich ist. Bei l

schenraum zwischen beiden vorhanden wäre. Bei diesem Experimente kommt die richtige Lage und das Relief der Iris ebenfalls zur Beobachtung. Die Iris zeigt mehr oder weniger Erhabenheiten und Vertiefungen, meist umkreist sehr deutlich den Pupillarrand als eine Erhebung der Circulus arteriosus iridis minor.

Kennt man den Krümmungsradius im Scheitel der Hornhaut, so kann man die Entfernung der Pupillarebene von dem Hornhautscheitel am lebenden Auge bestimmen, indem man die scheinbare Lage der Iris im Verhältniss zur scheinbaren Lage eines von der Hornhaut gespiegelten Lichtpunktes bestimmt. Mit Verwendung des Ophthalmometers bestimmte Helmholtz hierfür an den drei oben schon erwähnten Augen (S. 802) folgende Werthe in Millimetern:

		I.	II.	III.
Abstand der Pupillarebene vom Hornhautscheitel	scheinbar	3,485	3,042	3,151
	wirklich	4,024	3,597	3,739
Abstand des Mittelpunktes der Pupille von der Hornhautaxe nach der Nasenseite	scheinbar	0,037	0,389	0,355
	wirklich	0,032	0,333	0,304

Nervöser Einfluss auf die Pupille.

Der Schliessmuskel der Pupille wird vom Oculomotorius, der Erweiterer vom Sympathicus innervirt. Normal zeigen beide Nerven und Muskeln stets einen gewissen sich gegenseitig paralysirenden Erregungszustand (Tonus); wird der eine der beiden Muskeln, z. B. durch Durchschneidung seines Nerven gelähmt, so überwiegt nun die Wirkung des andern Muskels. Nach Durchschneidung des Sympathicus am Halse ist der Dilatator gelähmt, es verengt sich in Folge davon die Pupille, umgekehrt bewirkt eine Durchschneidung des Oculomotorius und Lähmung des Sphincter Pupillenerweiterung. Bei gleichzeitiger, gleich starker Reizung überwiegt die Wirkung des Ringmuskels, die Pupille verengert sich. Die zum Ringmuskel gelangenden Oculomotoriusfasern verlaufen durch das Ganglion ciliare. Die sympathischen Fasern des Pupillenerweiterers entspringen im Rückenmark, im Centrum ciliospinale (Budge), in der Höhe der unteren Halswirbel und der oberen Brustwirbel. Experimentell erregte und pathologische Reizzustände dieser Rückenmarkspartie erweitern die Pupille. Nach Salkowski soll dagegen noch ein oberes Centrum der Pupillenerweiterung höher, wahrscheinlich in der Medulla oblongata, liegen. Am Kopfe verbinden sich die die Pupillen erweiternden Fasern mit dem Nervus Trigeminus, seine Reizung erweitert daher die Pupille, und seine Durchschneidung macht die Wirkung der Sympathicusreizung erfolglos. Manche Autoren schreiben aber dem Trigeminus, gegen die gegentheilige Angabe Rogow's, auch selbständige, pupillen erweiternde Fasern zu, deren Ursprung beim Frosch im Ganglion Gasseri liegen soll (Oehl, Rosenthal u. A.).

Beide Pupillen sind normal stets gleich weit (Donders). Reizung der Retina und des Opticus verengert die Pupille. Je intensiver der Reiz, z. B. der Lichtreiz ist, der die Retina trifft, um so enger wird die Pupille, wodurch die in den Augengrund eindringende Lichtmenge regulirt wird. Die Verengerung tritt auch nach Reizung des Opticusstammes ein (Mayo). Die Ursache dieser Pupillenverengerung ist eine reflectorische Erregung des N. Oculomotorius, nach Durchschneidung desselben ist die Reizung des Opticus erfolglos. Bei Reizung eines Opticusstammes werden beide Pupillen verengert.

Drehung des Augapfels nach innen bewirkt Pupillenverengerung; im Schlafe (S. 820), wobei die Augen nach innen und oben gedreht sind, ist daher die Pupille verengert. Auch bei der normalen (und krampfhaften, durch Gifte z. B. Kalabar bewirkten) Accommodation für die Nähe ist die Pupille verengert. In beiden Fällen wird die Pupillenverengerung durch Erregung des Oculomotorius bewirkt. Eine gesteigerte Blutzufuhr zur Iris scheint die Pupille zu verengern, man bezieht darauf auch die geringen Schwankungen in der Pupillenweite mit dem Pulse. Bei Abfluss des Humor aqueus tritt vielleicht auch aus diesem Grunde die Pupillenverengerung ein (Hensen und Volckers).

Pupillenerweiterung existirt in der Dyspnoe, erzeugt durch Reizung des Centr ciliospinale, da sie nach vorhergehender Durchschneidung des Sympathicus ausbleibt. In Asphyxie verschwindet sie. Auch starke Erregung sensibler Nerven (BERNARD, WESTPH sowie Muskelanstrengungen, vor Allem starke Athembewegungen erweitern die Pupille (MAIN-VIGOUROUX). Bei curarisirten, künstlich respirirenden Hunden und Katzen bringt jede sible Reizung, sowohl schmerzhafte wie tactile, eine Erweiterung der Pupille hervor, so die Pupille als das feinste Reagenz auf sensible Erregung angesprochen werden darf (M. Sc und P. FOÀ). Nach KNOLL tritt Pupillenerweiterung bei Reizung der vorderen Vierhügel (cf. Cap. XXVI).

Eine Anzahl von Giften zeigt bei örtlicher Anwendung oder bei Einführung in das eine Einwirkung auf die Pupille. Atropin bewirkt durch Lähmung der Oculomoto Endigungen im Ringmuskel eine Erweiterung der Pupille. Hat man durch lokale Eintr lung von Atropin die Pupille des einen Auges erweitert, so wird die des anderen gleich verengt. In das atropinisirte Auge fällt eine gesteigerte Lichtmenge ein, die dadurch ge gesteigerte Reizung seines Opticus resp. seiner Netzhaut, die sich bei ihm nicht geltend ma kann, thut dieses, nach dem oben Gesagten, doch in dem anderen Auge. Durch Nico Kalabar, Morphium etc. wird die Pupille verengert. Man streitet sich noch übe Ursache, ob durch Lähmung der Sympathicusenden im Dilatator (ROSENTHAL, HIRSCH oder durch Reizung des Oculomotorius (GRÜNHAGEN). Während der Kalabarwirkung i die Reizung des Sympathicus erfolglos. Die Atropinwirkung tritt auch nach der Durchsd dung des Ganglion ciliare noch ein (HENSEN). Die Anästhetica, z. B. Chlorofo Aether, Alkohol verengern zuerst und erweitern dann die Pupille.

Die Retina.

Die Retina, Netzhaut, ist die flächenhafte Ausbreitung des Sehne im Auge. Die Entwickelungsgeschichte lehrt, dass die Retina als ein in Sinnesorgan vorgeschobener Abschnitt des Gehirns angesprochen we muss. Im frischen Zustand vollkommen durchsichtig, nimmt sie nach dem ein weissliches und trübes Aussehen an (über Retinalpigment cf. unten). dicksten (0,22 mm) ist sie im Hintergrund des Auges, besonders am ge Fleck, sie verdünnt sich bis zur Ora serrata (0,09 mm), verliert hier i nervöse Beschaffenheit und verbindet sich von hier an innig mit Aderhaut und der Glashaut des Glaskörpers unter dem Namen der Pars cil retinae. In der Tiefe des Auges, etwas nach innen, zeigt sich die Eintri stelle des Opticus als weisse, central von Gefässen durchsetzte Kreissche Etwas nach aussen, d. h. nach der Schläfenseite hinüber, zeigt sich als gel Fleck die Macula lutea Retinae mit der Fovea centralis, die Stelle des de lichsten, direkten Sehens (S. 812).

Die Netzhaut besteht aus Nervenfasern, in deren Verlauf Nervenzellen verschiedener Form (grössere Ganglienzellen und kleinere sogenannte Kön eingeschaltet sind. Das peripherische Ende der Nervenfasern ist durch eig thümliche Endapparate, die Stäbchen und Zapfen der Retina, ausgezeich welche mosaikartig nebeneinander stehend von pigmentirten Scheiden ei Pigmentzellenschicht umgeben sind. Die nervösen Elemente, deren Fasern (Nervenfasern der weissen Substanz des Gehirns und Rückenmarks entsprech sind in ein spongiöses bindegewebiges Gerüst eingebettet, welches Aehnli keit mit dem der nervösen Centralorgane zeigt, in ihm finden sich Blut- u wahrscheinlich auch Lymphgefässe.

: verschiedenen nervösen Gewebselemente :LTZE) sind in der Netzhaut schichtweise, zur Oberfläche derselben gelagert (Fig. 194). ' innerste, dem Glaskörper aufliegende hicht bildet die Grenzschicht der Retinalbstanz, die Membrana limitans in-

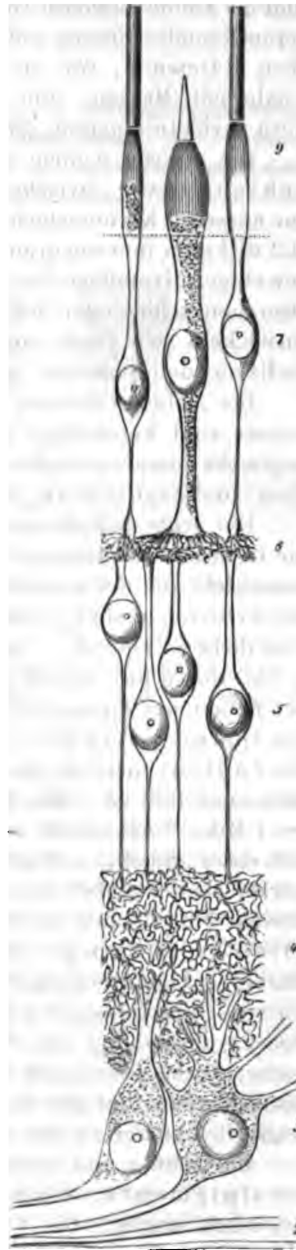
zweite Schicht ist die Schicht der Opasern. Die Fasern verbreiten sich von 'as kraterförmig vertieften Eintrittsstelle al über die Netzhaut, indem sie nur den 'leck umgehen. Sie sind von sehr verschieicke von noch weniger als 0,5 Mik. (1 Mik. l mm) bis zu 3—5 Mik. Alle neigen beim ɔn zur Bildung perlschnurartiger Varikosiiie scheinen Axencylinder ohne Markhülle Gegen die Ora serrata zu wird ihre Schicht

dritte, oder die Schicht der Ganglen wird von einer, an den meisten Stelıchen Lage von verschieden grossen Nerı gebildet. In der Umgebung der Macula gen zwei bis drei, in dem gelben Fleck ıssere Anzahl über einander. Ihre Grösse t von 15—30 Mik. und mehr. Sie zeigen ache Verästelung (CORTI) und das übrige der Ganglienzellen der Centralorgane. Die : dieser Zellen stimmen zum Theil mit dem ı der Fasern der Opticusfaserschicht ganz und es lässt sich in Verbindung mit den ʒsverhältnissen der Zellen zu der Faserıicht an einem directen Uebergang von ısern in die Zellen zweifeln.

vierte, 0,3—0,4 mm dicke Schicht ist ıere granulirte Schicht. Zwischen Bindesubstanz angehörenden Bestandtheiverschwindend dünne, oft vielfach verne Nervenfäserchen eingelagert. Auch Ganglienzellenausläufer ragen in diese erein. Sie gehen zum Theil in unmessbar erchen über, am gelben Fleck aber scheidickere Fasern bis in die äussere Körnerorzudringen (KÖLLIKER, GERLACH, MERKEL).

fünfte Schicht ist die Schicht der inne-'ner. Diese Körner sind verschieden, sie :um Theil dem Bindegewebe an, zum Theil e aber mit wahren, meist radiär verlau-

Fig. 194.



Schematische Darstellung der Netzhautschichten und des Zusammenhangs der Nervenfasern in der Netzhaut. 2 Opticusfasern, 3 Ganglienzellen, 4 innere granulirte, 5 innere Körnerschicht, 6 äussere granulirte, 7 äussere Körnerschicht, 9 Stäbchen und Zapfen.

fenden Nervenfibrillen in Verbindung. Diese etwas verschieden grossen sind als kleine bipolare Ganglienzellen aufzufassen. [Der von unten he herantretende Fortsatz soll wenigstens in der Macula lutea dünner seir oben abtretende, was sich bei allen fadenförmigen Fortsätzen in de wiederholt (MERKEL). Die Masse des Protoplasmas der »Körner« ist ge Kern verhältnissmässig sehr gross.

Die sechste Schicht ist die etwa 10 Mik. dicke äussere gra Schicht (HENLE) (Zwischenkörnerschicht), welche die innere Körnersch der äusseren Körnerschicht trennt. Das granulirte Aussehen, das sie viel dickeren inneren granulirten Schicht gemeinsam zeigt, rührt von de gewebigen Grundlage her, in welcher ebenfalls ausserordentlich feine fäserchen schief oder der Fläche der Retina parallel verlaufen. Die F entwickeln sich theils aus den peripherischen Fortsätzen der inneren theils aus den Stäbchen- und Zapfenfasern.

Die siebente Schicht ist die äussere Körnerschicht. Die Körner sind kernhaltige Anschwellungen der von den Stäbchen un gegen die äussere granulirte Schicht verlaufenden Fasern, der sogenann chen- und Zapfenfasern, d. h. kleine bipolare Ganglienzellen.

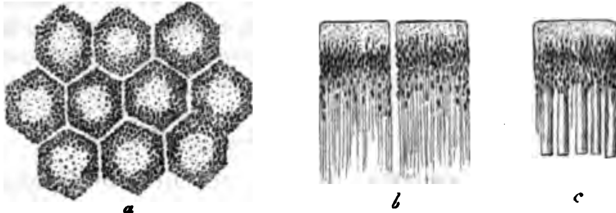
Die achte Schicht ist die der Limitans interna analoge Limitans Sie trennt an Netzhautquerschnitten als eine scharfe Grenzlinie die äus nerschicht von der neunten Schicht, der Stäbchen- und Zapfens Die Stäbchen sind cylindrisch, 50—60 Mik. lang und 2 Mik. dick. S sehr dicht an einander; in die engen Zwischenräume, welche zwische z. Thl. durch ihre cylindrische Gestalt bedingt, bleiben, schieben sich der Zellen der Pigmentschicht ein. In ziemlich regelmässigen Abstän hen in dem peripherischen Theile der Netzhaut zwischen den die Zapfen, meist so, dass der gerade Abstand zweier Zapfen von 4- chen ausgefüllt ist. Die Dicke der Zapfen an der Basis beträgt hier 6—7 Mik. Nach aussen verdicken sie sich öfters noch ein wenig, vers sich dann allmälig und gehen in eine konische Spitze aus. Die Zap kürzer als die Stäbchen, beide verkürzen sich etwas gegen die Ora se Sowohl an Stäbchen als Zapfen unterscheidet man nach W. KRAUSE A glied und Innenglied. Das Aussenglied ist bei beiden Formen d stärkeres Lichtbrechungsvermögen ausgezeichnet. Die Grenze zwisc Aussen- und Innengliedern benachbarter Stäbchen liegt in ziemlich Höhe, während bei den Zapfen die Grenze tiefer liegt, d. h. also wei vorne, da das Innenglied der Zapfen durchgehends um etwa 6 Mik. kü als das Innenglied der Stäbchen, auch das Aussenglied der Zapfen is schnittlich kürzer als das der Stäbchen.

Die zehnte und letzte Schicht der Retina bildet die Schicht d tinalpigments, welche früher als innere Pigmentschicht der Choro schrieben wurde. Die Entwickelungsgeschichte und Function weist Retina. Die Pigmentschicht besteht aus regelmässig sechsseitigen Zelle äussere, an die Choroidea grenzende, meist den kugeligen Kern ent Theil jeder Zelle ist pigmentarm oder sogar farblos; der innere Zellenal der sich mit dem krystallinisch-körnigen Pigmente erfüllt zeigt, send äusserst vergängliche Fortsätze zwischen die Aussenglieder der Stäbcl

apfen und umhüllt die einzelnen Aussenglieder mit pigmentirten Scheiden. iese Fortsätze der Pigmentzellen zerfallen an ihrem Ende in zahllose, oft ganz rblose feine Fäden, welche sich bis an die Grenze zwischen Aussen- und nenglied herab verfolgen lassen.

Die Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen (M. Schultze) lassen schon ich eine feine Querstreifung erkennen und zerfallen durch Quellung in feine Querscheibhen, die bei den Zapfen etwas dicker sind als bei den Stäbchen. Auch eine Längsstreifung det sich an den Aussengliedern (Hensen). Auch die Innenglieder der Stäbchen

Fig. 195.



.. der Pigmentschicht der Netzhaut des Menschen. *a* von der Fläche gesehen im Zusammenhang, *b* von der .. gesehen mit den langen haarförmigen, theils pigmentirten, theils pigmentfreien Fortsätzen, *c* eine Zelle ebenso von der Seite gesehen, in welcher Aussenglieder von Stäbchen festhängen.

.. Zapfen zeigen eine oberflächliche Längsstreifung, welche von einer dem Bindegewebe hörenden Faserhülle herrührt, welche die Stäbchen und Zapfen einhüllt (cf. unten). obere Theil der Innenglieder, sowohl der Zapfen als der Stäbchen, ist erfüllt durch eine te Masse feinster, in der Längsrichtung verlaufender Fibrillen, welche, ehe sie die Limi- externa erreichen, scharf abgegrenzt endigen. Die Zapfenfasern, die dicker sind als die chenfasern, zeigen wie dicke Axencylinder eine feine Längsstreifung.

Stäbchen und Zapfen als lichtbrechende Apparate. — Nach Zenker's Beobachtung ht ein Unterschied zwischen dem Brechungsindex der Mantelfläche und des Innern der hen. Er schätzt die Indices zwischen 1,33 bis 1,5, W. Krause zwischen 1,45 bis 1,47. Brücke haben Stäbchen und Zapfen einen sehr wesentlichen Einfluss auf den Gang der htstrahlen im Auge. Das von einem leuchtenden Punkt ausgehende in das Auge llende Licht durchsetzt die inneren Schichten der Retina und gelangt zu einem Stäbchen Zapfen und durch diesen hindurch an das Pigment der Retina. Hier wird es zum grossen l absorbirt, der Rest geht aber durch dasselbe Retinalelement, Stäbchen oder Zapfen, h das es beim Einfallen gekommen, wenigstens zum grössten Theil zurück. Der Grund in der totalen Reflexion, welcher dieses zurückkehrende Licht in den Stäbchen und en resp. deren Aussengliedern erfährt. Bekanntlich werden sehr schief, d. h. unter sem Einfallswinkel, auffallende Lichtstrahlen, welche aus einem stärker lichtbrechenden en ein schwächer lichtbrechendes Medium verlaufen, total reflectirt. Nach Brücke wer- die stark lichtbrechenden Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen durch die schwächer chenden dazwischen geschobenen Gewebe (Faserhülle, Pigmentscheiden, Brücke's chensubstanz) von einander getrennt. Letztere werden von allem Licht, welches in eines Stäbchen- oder Zapfenaussenglieder eingetreten ist, unter sehr grossem Einfallswinkel offen, es wird also an den Grenzflächen total reflectirt und muss auf demselben Weg, auf n es gekommen, d. h. durch dasselbe Stäbchen oder denselben Zapfen, den es schon beim fallen getroffen, zurückkehren. Diese Angaben Brücke's werden durch das in neuerer Zeit deckte verschiedene Brechungsvermögen der Mantel- und Innenschichten der Stäbchen h weiter erhärtet.

Die stützende Bindesubstanz der Netzhaut, welche mit der des Sehnerven in Verbindung steht, hüllt als Gerüst die eingelagerten nervösen Elemente. Denken wir uns die letzteren weg

oder, was theilweise möglich ist, entfernen wir sie künstlich, so bleiben mehr oder v unregelmässig gestaltete Gerüstmaschen zurück, entsprechend der Verschiedenheit Netzhautschichten bildenden nervösen Elemente auch verschiedene Schichten bilde Allgemeinen besteht die Bindesubstanz aus Fasern und membranösen Platten. Ma scheidet zunächst die beiden obengenannten Grenzmembranen. Zwischen Limitans und Externa stehen, wie die Säulen zwischen Fussboden und Decke (M. SCHULTZE), r Faserzüge, die bindegewebigen Stützfasern, welche, je nach den Schichten der wechselnd, durch ein gröberes oder feineres, an das Gewebe eines Schwammes eri Maschennetz seitlich mit einander verbunden werden. In der inneren Körnerschi hält die grösste Anzahl der Stützfasern einen ovalen Kern mit deutlichen Kernkö eingelagert, es ist das die oben erwähnte zweite Art von Körnern der inneren schicht. Die Limitans externa ist keine isolirbare Membran, sie hängt auf das Inn auch die Limitans interna, mit der gesammten Bindesubstanz der Netzhaut zusamme die Limitans externa ragt eine Unzahl feiner bindegewebiger Fäserchen heraus, w »Faserkörbe« die Stäbchen und Zapfen von unten her scheidenartig umfassen oberflächliche Längsstreifung derselben veranlassen (M. SCHULTZE).

Macula lutea und Fovea centralis. Der Ort des directen Sehens, der Fleck mit der Centralgrube, ist in dem abgestorbenen Auge du gelbe Färbung ausgezeichnet; sie rührt von einem diffusen gelben Fa her, welcher mit Ausnahme der Stäbchen und Zapfenschicht und der ä Körnerschicht in allen Schichten verbreitet ist. HERM. SCHMIDT constatir dieser gelben Farbe im Leichenauge eine dunkel braunrothe im le Auge entspricht (cf. Retinalpigment). An der dem Glaskörper zugew Fläche vertieft sich die Macula lutea zu der Fovea centralis, hier ist de stoff am intensivsten. Die Netzhaut ist am gelben Fleck am dicksten, hier die Bindesubstanz an Mächtigkeit abnimmt und die Nervenfasern sammenhängende Schicht fehlen. Am ansehnlichsten verdickt ersch Schicht der Ganglienzellen und die innere, nur Fasern enthaltende Ab der äusseren Körnerschicht. Schon in der Umgebung des gelben Flecks die Stächen zwischen den Zapfen immer seltener, der gelbe Fleck selbst nur Zapfen, welche gegen die Centralgrube zu immer dünner werden Centralgrube, circa 0,2 mm Durchmesser, sind sie alle gleich dick un nur die Dicke von Stäbchen. Auf dem gelben Fleck stehen die Zap Bogenlinien, welche nach der Centralgrube zu conver Die Länge der Zapfen nimmt mit der Dickenabnahme zu, die Länge der glieder wird der der Stäbchen gleich. Die dünnsten Zapfen der Fovea frisch an ihrer Basis im Durchschnitt 3 Mik. (M. SCHULTZE). WELCKER be ihre Dicke zu 3,1 bis 3,6 Mik., im Mittel zu 3,3. Die langen konischen glieder spitzen sich gegen die Choroidea bis auf 1 Mik. und darunter stecken in Pigmentscheiden, die hier eine besonders dunkle Färbung

Die Zapfenfasern verlaufen in dem gelben Fleck nicht mehr radiär zu den S der Netzhaut, sie nehmen schon ausserhalb der Grenze des gelben Flecks eine sch horizontale Richtung an. Der Grund dafür liegt darin, dass der Centralgru Schichten der Netzhaut, mit Ausnahme der Zapfen und der äussere ner (bis auf ein Minimum) fehlen. Die zu den äusseren Körnern gehörigen innere und übrigen Netzhautelemente liegen ausserhalb der Centralgrube, ihre Fasern daher, um den Anschluss zu erreichen, einen schiefen Verlauf annehmen. Die Gan zellen der Macula sind meist bipolar (MERKEL u. A.); der hier sehr zarten Bindesu

len die Stützfasern, dagegen ist die Limitans interna in der Macula selbst ansehnlich ver-
ckt, in der Centralgrube verdünnt sie sich wieder bedeutend.

In der Nähe der **Ora serrata** schwinden die nervösen Netzhautbestandtheile mehr und hr, während das Bindegewebe mit den Stützfasern und dem spongiösen Netze die Haupt-se der Membran darstellt. Die Netzhautschichten verdünnen sich und verlieren ihre eifischen Eigenschaften. Die Stäbchenschicht hört endlich scharf auf, und die übrigen vösen Retinalschichten reduciren sich auf eine einfache Schicht von Zellen, welche die schen der Pigmentschicht und der Zonula Zinnii liegende **Pars ciliaris retinae** darstellt. e Zellenschicht scheint eine Fortsetzung des indifferenten Stützgewebes der Netzhaut zu . Im Allgemeinen sind ihre Zellen langgestreckt, prismatisch und ähneln im Zusammen-ge einem hohen Cylinderepithel, ihr äusseres Ende ist glatt abgestutzt, nach innen endigen unregelmässig, öfters verästelt (H. Müller, M. Schultze). Auch die Limitans setzt sich fort.

Die Gefässe der Netzhaut: Arteria und Vena centralis retinae, treten durch die Axe des nerven in die Netzhaut ein und verästeln sich von der Eintrittsstelle aus baumförmig nach n Richtungen. Anfangs ist ihre Lage nahe unter der Grenzmembran in der Schicht der nervenfasern, später dringen sie auch (was noch bestritten wird) zwischen die Nerven-n und die fein granulirte Schicht ein, wo sie sich zu einem weitmaschigen Kapillarnetz steln. In den g e l b e n F l e c k treten keine grösseren Gefässe, die N e t z h a u t g r u b e nicht einmal Kapillargefässe, sie ist von einem Kranz kapillarer Endschlingen umgeben. Schwalbe sind die Capillaren und Venen der Netzhaut von perivasculären Lymphräu-umhüllt.

Die Durchmesser der wichtigsten Netzhautelemente nach mm. Nach den Messungen von ause, E. H. Weber, Brücke, Kölliker, Vintschgau, M. Schultze. Die Durchmesser für chen und Zapfen cf. oben. Durchmesser der Eintrittsstelle des Sehnerven von 1,7—2,7; chmesser des Gefässstranges darin 0,63—0,7; Entfernung der Mitte des Sehnerven von Mitte des gelben Flecks 2,25—3,8; horizontaler Durchmesser des gelben Flecks 2,25—; vertikaler 0,81; Durchmesser der Netzhautgrube 0,18—0,225; Dicke der Netzhaut am ge des Sehnerven 0,22, am Aequator 0,084, am vorderen Rande 0,09; Dicke der Schich-n gelben Fleck. Nervenzellen 0,101—0,117, feinkörnige Schicht 0,045, innere Körner-ht 0,058, Zwischenkörnerschicht 0,86, äussere Körnerschicht 0,038, Zapfenschicht 0,067; chmesser der Nervenzellen 0,009—0,022, der Körner 0,004—0,009. Ein Mik. ,001 mm.

Die Z o n u l a Z i n n i i in den beiden folgenden Paragraphen.

Die Pigmente der menschlichen Retina. Sehpurpur. — Ueber die Art und se, wie die Lichtstrahlen die physiologische Reizung der Retina hervor-n, haben die Beobachtungen der letztvergangenen Jahre wichtige Auf-lüsse gebracht. Die Physik definirt die Lichtstrahlen als Wellenbewegungen s »Lichtäthers«. Die vor- du Bois-Reymond'sche Periode der Nervenphysi-gie suchte in analogem Sinn aus Wellenbewegungen eines hypothetischen rvenäthers« die inneren nervösen Vorgänge zu erklären. Die Wellenbe-gungen des Lichtäthers konnte man sich nach dieser Anschauung für die zung der Opticusfaser direct umgesetzt denken in Wellenbewegungen des rvenäthers. Nach diesem Principe schienen sich die verschiedenen Qualitä- der Nervenerregung bei der Farbenempfindung auf analoge Verschieden-iten in der Bewegung des Nervenäthers zurückführen zu lassen, wie jene, denen nach den physikalischen Anschauungen die objective Verschiedenheit r Spectralfarben beruht. Diese scheinbar wohlbegründete physikalische eorie der Netzhauterregung musste mit der Beseitigung des Nervenäthers

durch die Entdeckung der Nervenelectricität und des wahren Baues der N
venfaser fallen.

In neuerer Zeit stehen sich zwei Hypothesen gegenüber: eine physi
lische, welche annimmt, dass das Licht dadurch, dass es sich im Au
Wärme umsetzt, zu einem Nervenreiz werde, und eine chemische H
these, welche in der Retina eine Art von photographisch empfindlicher
sieht und, durch Zersetzung in der Retina enthaltener Stoffe, chemi
Reize unter der Einwirkung des Lichtes sich bildend denkt.

Die chemische Hypothese hat durch die Entdeckung eine wesentliche
gefunden, dass wirklich in der Retina unter der Einwirkung des Lichte
zwar in verschiedener Intensität je nach der Wellenlänge (der Farbe) des
wie auf der lichtempfindlichen Platte des Photographen, chemische Zerset
eintreten, und dass im Auge, wie in der Camera obscura, optisch erzeug
der sich als Optogramme auf der Netzhaut fixirt demonstriren lassen.
ist aber noch keineswegs erwiesen, dass wir gerade in diesen bis jetzt e
ten chemischen Zersetzungen durch das Licht resp. in den durch die
setzung gebildeten Stoffen die physiologischen Reize der Retinafasern a
kennen haben. Im Gegentheil warnen manche Erfahrungen vor einem s
voreiligen Schlusse.

Die neue Wendung in dieser Frage wurde durch die Entdeckung
then Retinalpigments, des Sehpurpurs, eingeleitet. — Fr. Leydig hatte
eine röthliche Färbung der Retinalstäbchen bei Amphibien
und Salamander) und mehreren wirbellosen Thieren (Insekten, Krebse
eine constante Lebenseigenthümlichkeit erkannt und beschrieben. M. Sc
machte auf diese Beobachtung für die Retina der Ratten, Eulen und Ce
poden u. a. gelegentlich wieder aufmerksam; Fr. Boll machte die Entd
dass die Retina der meisten Wirbelthiere und jener Wirbe
welche eine ausgebildete Stäbchenschicht besitzen, nur wenn
einige Zeit vor der Untersuchung im Dunkel gehalten
den, diese Rothfärbung zeige und dass dieselbe im L
ausbleiche. Dadurch wurde die Frage über das Retinalpigment in de
dergrund der physiologischen Diskussion über den Sehact gestellt, an w
sich vor allem W. Kühne (mit Ewald, Mays, Ayres) erfolgreich beth
Kühne beobachtete zuerst die ziemlich dunkle rothe Farbe der im Finst
haltenen Menschenretina. Boll bemerkte, dass eine theilweise belichtet
haut nur in dem direct vom Lichte getroffenen Abschnitt ihre Rothfärbu
liert; Kühne gelang es, durch diese partielle Bleichung scharf gez
Umrisse beleuchteter Gegenstände, wie Ladenöffnungen, Fensterkreuze
also wahre Optogramme, auf der Netzhaut der Augen frisch geschla
Thiere, d. h. das Bildchen wenigstens im Umriss zu fixiren, welch
Auge von den beleuchteten Objecten auf der hinteren Fläche der Reti
wirft. Die rothe Färbung der Retina, von Hämoglobin vollkommen vers
(Boll), rührt von einem bisher unbekannten Farbstoff her, welchen
aus den Netzhäuten darstellte und als Sehpurpur bezeichnete. In c
trirter Lösung ist der Farbstoff dunkelviolett, in verdünnter rosa. Un
Einwirkung des Lichtes bleicht der Sehpurpur ausserhalb der Retina
dieser selbst, er geht dabei (meist) durch Chamois in Gelb und dann in

durch die Entdeckung der
venfaser fallen.

In neuerer Zeit steh
lische, welche annimm
Wärme umsetzt, zu ein
these, welche in der Ret
sieht und, durch Zersetz
Reize unter der Einwirk

Die chemische Hypoth
gefunden, dass wirklich
zwar in verschiedener Int
wie auf der lichtempfindl
eintreten, und dass im A
der sich als Optogramm
ist aber noch keineswegs
ten chemischen Zersetzun
setzung gebildeten Stoffe
kennen haben. Im Gegen
voreiligen Schlusse.

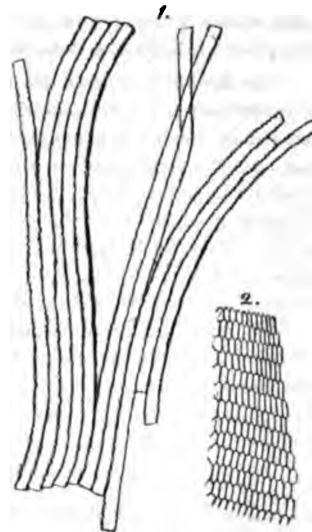
Die neue Wendung i
then Retinalpigments, des
eine röthliche Färbun
und Salamander) und me
eine constante Lebenseig
machte auf diese Beobacht
poden u. a. gelegentlich w
dass die Retina der
welche eine ausgebildete
einige Zeit vor der

[illegible]

[redacted]

ithel, eine bis gegen den Linsenäquator hinaufreichende
er Zellen. Letztere sind auf der Vorderfläche der Linse
chtig und erscheinen frisch vollkommen structurlos. Die
besteht aus den Linsenfasern, sie sind nichts anderes
ge ausgezogene, metamorphosirte Zellen der eben be-
. Diese Zellen verlängern sich zuerst in der Nähe des
n wächst ihre Länge fort und fort, und sie gehen aus der
e schräge Stellung über, ihre vorderen Enden biegen sich
Schichten der inneren Epithelzellen zu.
senpartien vereinigen sich die Fasern zu concentrischen
wie die Schalen der Zwiebel decken; die Enden der Fa-
on der entgegengesetzten Seite herkommenden in einer
n. Bei dem Menschen umgreifen die Fasern immer nur

Fig. 197.



Linsenröhren oder Linsenfasern. 1. Vom Ochsen mit leicht zackigen Rändern. 2. Querschnitt der Linsenröhren vom Menschen. 350mal vergr.

der

zwar so, dass die »Nähte« eine Art Stern darstellen,
inse des Neugeborenen und im Linsenkern der Er-
hnete Strahlen erkennen lässt, welche mit einander
Der Stern der hinteren Fläche ist zu dem der vor-
n den äusseren Schichten spalten sich bei dem Er-
ielfach in Nebenstrahlen, so dass viel verwickeltere

Fig. 197) sind lange, platte, auf dem Querschnitte
egen, indem die etwas ausgezähnelten Ränder der
nder greifen, dicht neben einander. Auf dem Quer-
Durchmesser der Fasern 0,0056—0,0112 mm, der

durch die Entdeckung der Nervenelectricität und des wahren Baues der Nervenfaser fallen.

In neuerer Zeit stehen sich zwei Hypothesen gegenüber: eine physikalische, welche annimmt, dass das Licht dadurch, dass es sich im Auge in Wärme umsetzt, zu einem Nervenreiz werde, und eine chemische Hypothese, welche in der Retina eine Art von photographisch empfindlicher Platte sieht und, durch Zersetzung in der Retina enthaltener Stoffe, chemische Reize unter der Einwirkung des Lichtes sich bildend denkt.

Die chemische Hypothese hat durch die Entdeckung eine wesentliche Stütze gefunden, dass wirklich in der Retina unter der Einwirkung des Lichtes, und zwar in verschiedener Intensität je nach der Wellenlänge (der Farbe) desselben wie auf der lichtempfindlichen Platte des Photographen, chemische Zersetzungen eintreten, und dass im Auge, wie in der Camera obscura, optisch erzeugte Bilder sich als Optogramme auf der Netzhaut fixirt demonstriren lassen. Damit ist aber noch keineswegs erwiesen, dass wir gerade in diesen bis jetzt erkannten chemischen Zersetzungen durch das Licht resp. in den durch diese Zersetzung gebildeten Stoffen die physiologischen Reize der Retinafasern anzuerkennen haben. Im Gegentheil warnen manche Erfahrungen vor einem solchen voreiligen Schlusse.

Die neue Wendung in dieser Frage wurde durch die Entdeckung des rothen Retinalpigments, des Sehpurpurs, eingeleitet. — Fr. Leydig hatte zuerst eine röthliche Färbung der Retinalstäbchen bei Amphibien (Frosch und Salamander) und mehreren wirbellosen Thieren (Insekten, Krebsen) als eine constante Lebenseigenthümlichkeit erkannt und beschrieben. M. Schultze machte auf diese Beobachtung für die Retina der Ratten, Eulen und Cephalopoden u. a. gelegentlich wieder aufmerksam; Fr. Boll machte die Entdeckung, dass die Retina der meisten Wirbelthiere und jener Wirbellosen, welche eine ausgebildete Stäbchenschicht besitzen, nur wenn die Thiere einige Zeit vor der Untersuchung im Dunkel gehalten worden, diese Rothfärbung zeige und dass dieselbe im Lichte ausbleiche. Dadurch wurde die Frage über das Retinalpigment in den Vordergrund der physiologischen Diskussion über den Sehact gestellt, an welcher sich vor allem W. Kühne (mit Ewald, Mays, Ayres) erfolgreich betheiligte. Kühne beobachtete zuerst die ziemlich dunkle rothe Farbe der im Finstern gehaltenen Menschenretina. Boll bemerkte, dass eine theilweise belichtete Netzhaut nur in dem direct vom Lichte getroffenen Abschnitt ihre Rothfärbung verliert; Kühne gelang es, durch diese partielle Bleichung scharf gezeichnete Umrisse beleuchteter Gegenstände, wie Ladenöffnungen, Fensterkreuze u. s. w., also wahre Optogramme, auf der Netzhaut der Augen frisch geschlachteter Thiere, d. h. das Bildchen wenigstens im Umriss zu fixiren, welches das Auge von den beleuchteten Objecten auf der hinteren Fläche der Retina entwirft. Die rothe Färbung der Retina, von Hämoglobin vollkommen verschieden (Boll), rührt von einem bisher unbekannten Farbstoff her, welchen Kühne aus den Netzhäuten darstellte und als Sehpurpur bezeichnete. In concentrirter Lösung ist der Farbstoff dunkelviolett, in verdünnter rosa. Unter der Einwirkung des Lichtes bleicht der Sehpurpur ausserhalb der Retina wie in dieser selbst, er geht dabei (meist) durch Chamois in Gelb und dann ins Far

ne über (BOLL). KÜHNE konnte auch den durch Licht veränderten Farbstoff rstellen, er benennt ihn als Sehgelb und das farblose Endprodukt, welches rch Belichtung des Sehgelb erzeugt wird, Sehweiss. Die Purpurfarbe haf- t in der lebenden Retina in den Aussengliedern der Stäbchen, ob n Retinalzapfen durchgängig der Sehpurpur mangelt, wie KÜHNE annimmt, eint noch nicht vollkommen sicher gestellt zu sein. KÜHNE vermisste den hpurpur in der Netzhaut der Ringelnatter, welche nur Zapfen besitzt, auch den zapfenreichen Augen der meisten Vögel und Reptilien, namentlich bei en, welche an der Basis der Zapfenaussenglieder gefärbte Oeltropfen be- en (cf. unten S. 816), lässt sich der Sehpurpur meist nicht oder nur spur- se auffinden. Dagegen ist die Retina der Nachtraubvögel, namentlich der en (M. SCHULTZE), tief purpurroth gefärbt. Das Ausbleichen des Sehpurpurs Licht ist ein chemischer Vorgang, der unter Mitwirkung von Sauerstoff und ren auch durch Electrolyse (VALENTIN), durch Essigsäure (BOLL), durch Ozon on im Dunkeln (KÜHNE und EWALD) erfolgt, also eine Oxydation. Damit war Beweis geliefert, dass das Licht als solches chemische Wirkungen in der ina hervorbringt. Die Studien BOLL's über die Einwirkung des Lichtes ver- edener Wellenlänge ergaben, dass es nicht die chemischen Strahlen des ctrums sind, welche die Veränderung des Sehpurpurs veranlassen, da die avioletten Strahlen vollkommen wirkungslos bleiben. Die ersten Angaben L's, dass unter der Einwirkung des Lichts verschiedener Wellenlänge der purpur sich der einwirkenden Lichtwellenlänge entsprechend verfärbe, also roth in gelb, grün, blau, violett übergehe, fanden keine Bestätigung. KÜHNE wie BOLL, dass der Sehpurpur in concentrirteren Lösungen von dem Lichte Spectrums Alles absorbirt, ausser roth, orange und gelb, in grösster Ver- nung des Farbstoffs verschwindet vom Spectrum zuerst das Gelbgrün. es sichtbare Licht bleicht den Sehpurpur, aber bei gleicher Inten- in sehr verschiedener, der eben erwähnten Absorption des monochroma- en Lichts entsprechender Weise, roth am wenigsten. KÜHNE ist geneigt, Bleichung des Sehpurpurs keine eigentlich active Rolle bei dem Akte der tempfindung, namentlich der Farbenempfindung zuzuschreiben, da das e, welches durch längeren Aufenthalt im Lichte entpurpurt ist, doch noch r Licht- und Farbenempfindungen fähig sei und der Ort des directen Sehens, nur Zapfen führende Fovea centralis und ihre nächste Umgebung, die Ma- lutea, keinen Sehpurpur besässen. Doch sind über die letzte Angabe die en noch keineswegs geschlossen. HORNER sah die Fovea des Menschenauges itu kirschroth, auch KÜHNE bemerkte darauf hin eine Färbung, welche er ch nicht als kirschroth gelten lässt. SCHMIDT-RIMPLER beobachtete, dass die ula lutea während des Lebens gelb gefärbt sei, und KÜHNE konstatirte, das Sehgelb, wie auch das Sehbraun, in den Zellen des Retinalepithels, log wie der Sehpurpur, lichtempfindlich sind, vom Licht zersetzt und ge- icht werden. Mit AYRES bestätigte er seine schon anfänglich gemachte Be- chtung, dass die Bleichung der Retina im lebenden Auge langsamer als ausgeschnittenen, nicht mehr vom Blute durchströmten Auge erfolgt, und s der vom Lichte gebleichte, zersetzte Sehpurpur sich im lebenden Auge ch wieder ersetzt und zwar aus dem Pigmentepithel der Retina. In der ten, vollkommen gebleichten Retina findet kein Ersatz des Sehpurpurs mehr

statt, daher geben nur todte Augen scharfe Optogramme. Die Absonderung d
Sehpurpurs vergleichen beide Autoren mit einer Sekretion. Pilokarpi
welches die meisten Sekretionsprocesse steigert, beschleunigt auch den Er
des Sehpurpurs im lebenden Auge, doch konnte directer Nerveneinfluss v
Sympathikus oder Trigeminus aus nicht nachgewiesen werden. An der in d
verschiedenen Netzhautpartien verschiedenen Empfindungsfähigkeit für R
scheint sich nach KÜHNE der Sehpurpur nicht direct zu betheiligen. Er kon
nämlich an der Retina des Menschen (dagegen doch an der des Rindes) ke
stufenweise Abnahme der Rothfärbung constatiren, letztere hört etwa 2—4
weit von der Ora serrata mit scharfem Rande auf, sodass hier eine farbl
Stäbchen führende Randzone existirt. —

Kälte und höhere Wärme (— 6° C. und + 50 — 60° C.) zerstören den Sehpu
(VALENTIN).

Auch die gelben, gelbgrünen, grünen, rubinrothen Pigmente in den Fettkugeln d
Zapfen der Vögel- (und Reptilien-)Retina, welche er ebenfalls isolirte, fand K
wenn auch in geringerem Grade lichtempfindlich; Ozon entfärbt sie gleichfalls. A
Haemoglobin wird vom Lichte in seiner Farbe verändert, und zwar ins rothgrün

M. SCHULTZE machte darauf aufmerksam, dass der gelbe Farbstoff der Macula
welchen die zu der Zapfenschicht strebenden Lichtstrahlen durchsetzen, einen
Theil der violetten und blauen Strahlen des Spectrums absorbirt. Er deutete
eine Zunahme des gelben Pigments Violettblindheit (cf. unten) veranlassen könn
machte auf individuelle Schwankungen in der Intensität des Farbstoffs aufmerksam,
dunklen Augen bedeutender sei als bei blauen. Der Farbstoff des Blutes in dem
engen Kapillarnetze der ganzen Netzhaut soll nach M. SCHULTZE auf das eindringende
eine analoge Wirkung ausüben. Trotz der Lücken in dem Kapillarnetze (die Fovea ce
ist ganz gefässlos) komme diese Wirkung zur Geltung, indem Veränderungen im Blute, w
dessen Absorptionsvermögen für gewisse Lichtstrahlen verändern (z. B. bei Santonin-
giftung), auch anormale Farbenwahrnehmungen bedingen könnten.

Die Netzhaut und zwar die Stäbchen-Zapfenschicht fluorescirt (HELMHOLTZ) w
v. BEZOLD und ENGELHARDT auch für die lebende Netzhaut bewiesen. KÜHNE und EWALD
ten die Anwesenheit von Schweiss für die Ursache der Fluorescenz.

Die Diathermansie der Augenmedien. — Die durchsichtigen Augenmedien a
biren einen beträchtlichen Antheil der sie treffenden dunklen Wärme, einen Theil l
sie durch sich hindurch treten, nach F. KLUG gelangen nahezu $1/5$ der dunklen Sonnenstra
welche in das Auge eintreten, zur Netzhaut, $4/5$ werden absorbirt. Der Glaskörper verhält
hierin am ähnlichsten dem Wasser, verhältnissmässig bedeutend ist die Absorption
der Linse.

Die Krystalllinse.

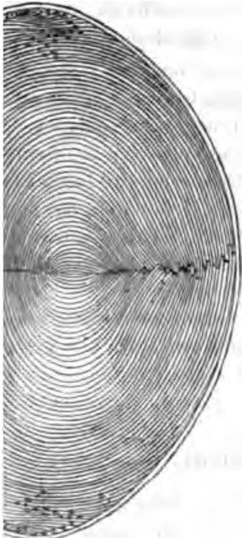
Die Krystalllinse stellt eine durchsichtige, farblose biconvexe Linse d
deren hintere Fläche stärker als die vordere gewölbt ist. Der Körper der Li
wird von einer glatten, structurlosen, glashellen, elastischen Hülle, der Linse
kapsel umschlossen, deren vordere Hälfte dicker ist als die hintere.

Die eigentliche Linsensubstanz zeigt in den äusseren Schicht
eine fast gallertartige Konsistenz, die inneren Schichten, der Linsenkern
konsistenter. Die frische Linse ist sehr elastisch und dehnbar, sie gibt je
äusseren Gewalt leicht nach und kehrt schnell und vollkommen in ihre frühe
Form zurück. Unter der vorderen Wand der Linsenkapsel (KÖLLIKER, BA

et sich ein Epithel, eine bis gegen den Linsenäquator hinaufreichende polygonaler Zellen. Letztere sind auf der Vorderfläche der Linse sartig durchsichtig und erscheinen frisch vollkommen structurlos. Die sse der Linse besteht aus den Linsenfasern, sie sind nichts anderes sal in die Länge ausgezogene, metamorphosirte Zellen der eben been Zellenlage. Diese Zellen verlängern sich zuerst in der Nähe des ides, weiterhin wächst ihre Länge fort und fort, und sie gehen aus der culären in eine schräge Stellung über, ihre vorderen Enden biegen sich sen gegen die Schichten der inneren Epithelzellen zu.

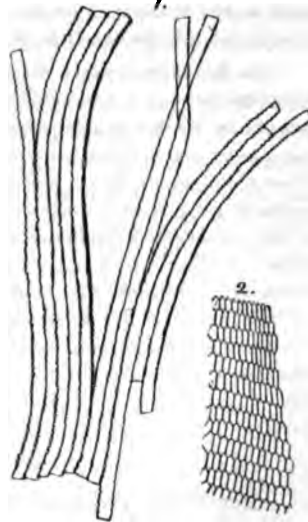
en tieferen Linsenpartien vereinigen sich die Fasern zu concentrischen , welche sich wie die Schalen der Zwiebel decken; die Enden der Fasen mit den von der entgegengesetzten Seite herkommenden in einer Jaht zusammen. Bei dem Menschen umgreifen die Fasern immer nur

Fig. 196.



er Schnitt durch die Axe der Menschenlinse.

Fig. 197.



Linsenröhren oder Linsenfasern. 1. Vom Ochsen mit leicht zackigen Rändern. 2. Querschnitt der Linsenröhren vom Menschen. 350mal vergr.

il der Linse, und zwar so, dass die »Nähte« eine Art Stern darstellen, n der ganzen Linse des Neugeborenen und im Linsenkern der Ern drei ausgezeichnete Strahlen erkennen lässt, welche mit einander n 120° machen. Der Stern der hinteren Fläche ist zu dem der vor- 60° gedreht. In den äusseren Schichten spalten sich bei dem Ern die Strahlen vielfach in Nebenstrahlen, so dass viel verwickeltere sse sich ergeben.

Linsenfasern (Fig. 197) sind lange, platte, auf dem Querschnitte ge Bänder, sie liegen, indem die etwas ausgezähnelten Ränder der ten Fasern in einander greifen, dicht neben einander. Auf dem Quer- trägt der kurze Durchmesser der Fasern 0,0056—0,0112 mm, der

lange 0,02 mm. Ihre breitere Fläche liegt der Linsenoberfläche zugewendet. In den äusseren Faserlagen sind die Fasern, die hier noch einen deutlichen Kern zeigen, weicher, breiter als im Innern der Linse.

Die chemischen Bestandtheile der Linse sind vorwiegend Eiweissstoffe: Globulin, Kalialbuminat und Serumeiweiss. Ausserdem: Fett, Cholesterin in geringen, aber im Alter zunehmenden Quantitäten, dann 0,5% Aschenbestandtheile und, nach den Schichten verschieden, etwa 60% Wasser. Die Linsenkapsel besteht nicht aus elastischer, sondern aus Albuminsubstanz (Ewald und Kühne).

Die Krümmung der Linse hat Helmholtz mit dem Ophthalmometer in ganz analoger Weise am lebenden Auge bestimmt, wie die Krümmung der Hornhaut. Aus ihren Verbindungen im Auge, von der Zonula Zinnii, ligamentum suspensorium lentis getrennt, verändert sie ihre Gestalt, sie wird stärker gekrümmt, dicker, kugeliger, zum Beweise, dass sie im Auge für gewöhnlich durch die ziemlich straff angespannte, ihren aequatorialen Rand umgreifende Zonula von den Flächen her etwas gepresst und dadurch abgeflacht ist (cf. unten). Die Resultate der Linsenmessung folgen bei der Lehre von der Accommodation. Krause erklärt nach seinen Messungen an der ausgeschnittenen Linse ihre Vorderfläche als ein Stück eines abgeplatteten Rotationsellipsoids, die hintere für ein Rotationsparaboloid.

Das Brechungsvermögen der Linse nimmt von aussen nach innen zu, indem die Kernschichten der Linse am dichtesten sind. Das Licht wird also beim Eintritt in jede neue Linsenschicht wieder neu gebrochen. Das Wachsthum des Brechungsvermögens der Linse ist von aussen nach innen ein ziemlich stetiges, so dass daher der Weg des Lichts durch die Linse nicht geradlinig ist, wie durch eine homogene Glaslinse, sondern krummlinig. Das Experiment zeigt, dass in Folge dieses Baues die Linse ein stärkeres Brechungsvermögen hat, als es sich aus ihrer Krümmung und ihrer mittleren Dichtigkeit berechnen würde; ihre Brennweite ist sogar kürzer als sie nach der Rechnung sein müsste bei derselben Krümmung, wenn die ganze Linse die Dichtigkeit ihrer Centralschichten besässe.

Die Substanz der Linse ist doppelbrechend, zwischen gekreuzten Nikols zeigt die Linse das schwarze Kreuz mit farbigen Ringen, wie senkrecht zur optischen Axe geschnittene einaxige Krystalle. —

Glaskörper und Zonula Zinnii.

Der Raum zwischen Hinterfläche der Linse und Netzhaut wird vom Glaskörper ausgefüllt, er bildet die Hauptmasse des Augeninhaltes. Im Allgemeinen ist seine Gestalt kugelig, vorne vertieft er sich zur tellerförmigen Grube, in welcher die Linse, von ihrer Kapsel umschlossen, befestigt ist. Von der Papilla N. optici bis zur hinteren Fläche der Linsenkapsel verläuft ein 2 mm weiter Canal: Canalis hyaloideus. Vom Rande der Linse bis zu den Firsten der Ciliarfortsätze ist seine Oberfläche frei und der Zonula Zinnii zugekehrt. Den kapillaren Zwischenraum zwischen diesem freien Theil der Glaskörperoberfläche und der Zonula bezeichnet man als Petit'schen Canal (cf. Fig. 191, S. 796), welcher den ganzen freien Aequatorialrand der Linse umgreift (Iwanoff). Der übrige Theil des Glaskörpers wird von der Membrana limitans interna retinae (Henle, Iwanoff) begrenzt, die ihm bis zur Ora serrata direct anliegt (Membrana limitans hyaloidea), von hier an schieben sich zwischen Glaskörper und Grenzhaut, welche auf die Pars ciliaris retinae übergeht, meridional verlaufende Fasern ein, Zonula Zinnii oder Ligamentum suspensorium lentis, welche sowohl mit dem Glaskörper bis zur Gegend der

Ciliarfortsätze, als mit der Grenzhaut verwachsen sind. STILLING zeigte, dass der peripherische Theil, die Rinde des Glaskörpers, geschichtet ist, während der centrale Theil, der Kern, homogen erscheint. Gegen die Linse zu verdünnt sich die Rindenschicht continuirlich, so dass an der Ora serrata der Kern von der Limitans nur durch eine dünne faserige Lage getrennt wird, die sich gegen die tellerförmige Grube umschlägt und diese bedeckt (IWANOFF, vorderer Abschnitt der Hyaloidea der Autoren). In den oberflächlichen Glaskörperschichten finden sich Zellen, in den tieferen Schichten nur noch Derivate derselben, Kerne mit geschrumpften Bläschen, Körnchenhaufen etc. IWANOFF unterscheidet im Glaskörper runde Zellen mit grossem Kern, spindel- und sternförmige Zellen, und runde Zellen, die im Innern eine grosse, runde, durchsichtige Blase enthalten, alle drei Formen sind contractil. Im Glaskörper und zwar im hinteren Drittel des erwachsenen menschlichen Auges, befindet sich nach L. LÖWE normal ein mit lymphatischer Flüssigkeit gefüllter Hohlraum: hintere Glaskörperhöhle oder dritte (?) Augenkammer. In dieser Flüssigkeit befindet sich der Sitz einer Anzahl entoptisch wahrzunehmender beweglicher Objecte. Die Höhle entsteht durch Verflüssigung der hinteren Glaskörperpartie.

Die **Zonula Zinnii, das Ligamentum suspensorium lentis** bezieht den elastischen gleichende Fasern aus dem Glaskörper, die in der Umgebung der Ora serrata sich erheben, mit der Membrana limitans der Pars ciliaris retinae verbunden, nach vorne laufen und sich zum Aequator der Linse begeben, wo sie sich ansetzen. Die Zonula wird, indem sie der Oberfläche der Ciliarfortsätze folgt, wie eine Halskrause gefaltet. Der äussere Rand dieser Falten entspricht den Vertiefungen zwischen je zwei Ciliarfortsätzen, der innere Faltenrand, der sich der Glaskörperoberfläche nähert, entspricht den Gipfeln der Ciliarfortsätze. Bekanntlich lässt sich der Canalis Petiti nach dem Abziehen der Ciliarfortsätze vermittelst Einstichs aufblasen, wodurch die Falten der Zonula nach auswärts gewölbt werden und so nach oben Buckel bilden: PETIT's Canal godronné. Die vorderen Faltenränder sind fest mit dem Ciliartheil der Netzhaut, diese mit der Pigmentschicht verbunden, so dass hier das ganze System von Membranen zusammenhängt, und in seiner Spannung durch den M. tensor choroideae beeinflusst werden kann.

Das Ligamentum suspensorium lentis sichert die Stellung der Linse, indem sie diese an die Ciliarkörper heftet; sie übt aber auch, wenn sie, wie im ruhenden Auge, gespannt ist, auf den Aequatorialrand der Linse, d. h. der Linsenkapsel einen Zug aus, welcher die Aequatorialdurchmesser der Linse verlängert, ihre Dicke in der Axe verringert und ihre Flächen abplattet (HELMHOLTZ). Ihre Spannung kann durch die Contraction des Tensor choroideae verringert werden, wodurch umgekehrt die Flächen der Linse stärker gewölbt werden. Darauf beruht im Wesentlichen die Fähigkeit des Auges zur Accommodation für verschiedene Entfernungen.

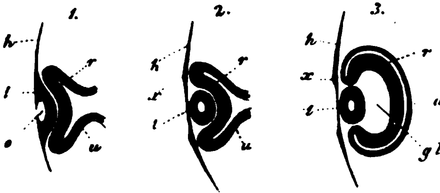
Die Glaskörperflüssigkeit zeigt alkalische Reaktion und zwischen 1,7—2% feste Stoffe, die zur Hälfte aus anorganischen Stoffen bestehen: Kochsalz, kohlensaures Natron, Kalk, Schwefelsäure und Phosphorsäure. Unter den organischen Stoffen zeigen sich Spuren von Albuminaten und Harnstoff (PICARD). Die morphologischen Bestandtheile sollen Mucin enthalten.

Der Humor aqueus, die wässerige Feuchtigkeit, welche die Augenkammer erfüllt, nur eine Spur Globulin (fibrinoplastischer Substanz), 0,9 % Salze mit Kochsalzen und E: stoffen, darunter Harnstoff (Wöhler).

Das Auge im Schlaf. — Während des normalen Schlafes sind die Pupillen m nadelkopfgross, jeder Reiz, welcher die Schlaftiefe mindert, erweitert die Pupille. In ist die Cornea mit einer zähen Flüssigkeit bedeckt, die Conjunctiva etwas injici Einschlafen senkt sich das obere Lid, die Lidspalte wird kleiner, der Bulbus tri und seine Spannung wird wohl etwas geringer. Im Schlafe nehmen die Augen Gleichgewichtsstellung ein mit parallelen, in die Ferne gerichteten Sehaxen, währen beim Einschlafen convergirend nach oben gerollt hatten. W. Sander schliess dass beim Schlaf des Gehirns ein Reiz in Wirksamkeit trete, dass die Zustände des psy Organs einen directen und unmittelbaren Einfluss auf das physiologische Verhalten d haben (cf. S. 807).

Zur Entwickelungsgeschichte des Auges. — Erste Anlage der drei h Sinnesorgane. — Götte hat bei Teleostiern (Knochenfischen) und zwar am For die ersten Stadien der Bildung der drei höheren Sinnesorgane: Auge, Ohr, Geru untersucht, sie gehen in folgender Weise aus der Axenplatte, einer schildförmigen V des Ektoderm, der gemeinsamen Anlage des Centralnervensystems und der drei höh nesorgane, hervor. Die Axenplatte sondert sich durch Zusammenziehung von beid gegen die Medianebene ihrer ganzen Länge nach in drei Theile, einen unpaaren m Kiel (Rückenfurche S. 46) und jederseits diesem angeschlossen einen Seitentheil, S platte, das an den Seiten des Kopfes stärker entwickelt ist, als an den Rumpfseite Sinnesplatten werden am Rumpf ganz, am Kopf aber nur theilweise in die Bildung d Anlage der Hirn-Rückenmarksaxe gen. Im hinteren Abschnitt de schnürt sich eine Partie der Sinn jederseits vom Gehirn und von der vollkommen ab und bildet das bläschen. In der vorderen K wo die Seitentheile mächtiger e sind, löst sich auf jeder Seite eine Partie der letzteren von der Oberl kommen los, schnürt sich aber vo nicht vollkommen, sondern nur bis vorderen Ende ab, daraus bildet horizontal liegende Augenblase stielförmigen Anlage des Optiku den Augen bleiben dagegen die Si ten in vollkommener Verbindung Oberhaut, trennen sich aber voll von dem Gehirn los und bilden die gruben. Die Anlagen der drei Sinnesorgane erscheinen als aus gemeinen Centralnervensystems-Anlage ausgesonderte Theile des letzteren. Köll schreibt die erste Anlage der Augen als zwei Blasen: primitive Augenblasen, an dem ersten Abschnitt der embryonalen Gehirnanlage, von dem sie sich mittelst eine Stieles: primitiver Opticus abschnüren und in der Folge an die untere Hirnfläche (Zw hirn) herabrücken. Die primitive Augenblase liefert die Retina und deren Pigment welche man bisher als innere Pigmentschicht der Choroidea bezeichnete. Die äus deckung der Augenblase bildet das Hornblatt. Haben die Augenblasen ihre bleiben lung erlangt, so beginnt an ihrem, dem Stiele entgegengesetzten Pole eine Wucher Hornblattes, die sich endlich zur Linse abschnürt und die Blase von ihrer vorder

Fig. 198.



Längsschnitte des Auges von Hühnerembryonen nach Remak. 1. Von einem etwa 65 Stunden alten Embryo. 2. Von einem nur wenige Stunden älteren Embryo. 3. Von einem viertägigen Embryo. *h* Hornblatt, *l* Linse bei 1 noch sackförmig und mit dem Hornblatte verbunden, bei 2 und 3 abgeschnürt, aber noch hohl, *o* Linsengrube, *r* eingestülpter Theil der primitiven Augenblase, der zur Retina wird, *u* hinterer Theil der Augenblase, der, wie Remak glaubt, zur gesammten Uvea wird und bei 1 und 2 durch den hohlen Sehnerven mit dem Gehirn verbunden ist, *x* Verdickung des Hornblattes um die Stelle, von der die Linse sich abgeschnürt hat, *gl* Glaskörper.

einstülpt. Endlich legt sich die vordere Augenblasenwand ganz an die hintere an, so dass der Blase nun ein doppelblättriges, becherförmiges Gebilde entstanden ist, das mit seinem vorderen Rande die Linse umfasst (Fig. 198).

Gleichzeitig beginnt nun auch die Cutis der unteren Kopffläche hinter der Linse, gegen die primitive Augenblase und ihren hohlen Stiel zu wuchern und stülpt ihre untere Wand ein, welche sich gegen die obere Wand anlegt. Die Optikusanlage wird dadurch zweiblättrig und rinnenförmig. Die durch diese Einstülpungen entstandene doppelwandige Blase mit unterer seitlicher Spalte heisst nun die secundäre Augenblase. Ihre Höhle communicirt nicht mehr mit den Hirnhöhlen, es ist dieselbe ein von der Aussenseite der primitiven Augenblase her, durch die Einstülpung der Linse und der Glaskörperanlage entstandener Hohlraum. In Folge der weiteren Entwickelung verwächst die Spalte der secundären Augenblase und des primitiven Sehnerven, indem sie den in sie hineingewucherten Theil der Cutis als Glaskörper und als die bindegewebige Axe des Sehnerven mit den Vasa centralia abschnürt. Die Hülle des Auges: Sclerotica und Hornhaut, und wohl auch die Choroidea stammt vom mittleren Keimblatt (den Kopfplatten).

Vor der Entwickelung der Stäbchen und Zapfen ist das hintere nervöse Blatt der primären Augenblase gegen das vordere, das Pigmentepithel, durch eine deutliche Limitans externa scharf abgegrenzt. Beim Hühnchen bildet sich um den 7.—10. Bruttag in dem nervösen Netzhautblatte eine deutliche Schichtung aus, indem die innere Faserschicht und die beiden granulirten Schichten erkennbar werden, gleichzeitig sprossen nach hinten über die Limitans externa hinaus die Anfänge der Stäbchen und Zapfen hervor in Form kleiner, heller, halbkugeliger Höckerchen von homogener Beschaffenheit. Zuerst bilden sich die Innenglieder, später die Aussenglieder, welche in die Zellen des Pigmentepithels hineinwachsen, von denen sie scheidenartig umfasst werden (M. Schultze, S. 811). Nach Babuchin's Beobachtungen an der Froschretina entstehen die Stäbchen und Zapfen durch Auswachsen der äusseren Körner der Netzhaut. Dem Obigen analog sind Schenk's Angaben über die Fische. M. Schultze möchte die Bildung wenigstens der Aussenglieder aus den Körnern an Cuticularbildungen anreihen. Wann bei dem Menschen sich die Stäbchen und Zapfen entwickeln, ist noch unbekannt, beim Neugeborenen sind sie schon gut entwickelt. Bei blindgeborenen Jungen von Kaninchen und Katzen bilden sie sich erst nach der Geburt.

Die Linse ist nach diesen Beobachtungen ein Epidermisgebilde, sie liegt zunächst als dickwandige Blase in der vorderen Einstülpung der primitiven Augenblase. Die Linsenwandung besteht aus cylindrischen, radiär gestellten Zellen, welche später zu den Linsenfasern auswachsend die Linsenhöhle erfüllen. Ein bleibender Rest der Zellen bildet, wie wir oben sahen, das innere Linsenepithel. Die Linsenkapsel hält Kölliker für eine Cuticularbildung der Linsenzellen. Nach Sernoff's Beobachtungen am Hühnchen bleibt bei der Einstülpung zwischen Linse und Augenblase eine bindegewebige Platte (des 2. Blatts), aus der sich die Linsenkapsel und die Membrana pupillaris entwickelt. Die Linse ist bei Embryonen und auch beim Neugeborenen kugeliger als beim Erwachsenen, die Zonula Zinnii ist dann noch nicht gespannt. Der Glaskörper besteht von Anfang an aus einer homogenen Grundsubstanz mit eingestreuten Zellen, vorzüglich in den oberflächlicheren Schichten. Linse und Glaskörper sind bei dem Embryo von einer »gefässhaltigen Kapsel« umschlossen, die man bei dem Erwachsenen normal nicht mehr findet. Am frühesten wurde der Theil der Gefässkapsel bekannt, welche die embryonale Pupille umschliesst: Membrana pupillaris. Der Theil der Gefässe auf der Vorderfläche der Linse wird von den Gefässen der Iris geliefert, die übrigen Gefässe der Hülle stammen aus der Arteria centralis retinae. Diese entsendet bei ihrem Eintritt in den Bulbus die feine Arteria hyaloidea oder capsularis, welche in dem sogenannten Canalis hyaloideus durch die Mitte des Glaskörpers der Linse zu läuft; ehe sie diese erreicht, spaltet sie sich in pinselförmige Aeste, welche sich auf der hinteren Wand der Linse verbreiten, aber auch den Rand derselben mit feinen Zweigen umgreifen. G. v. Öttingen sah sie in zwei Fällen im späteren Lebensalter persistiren. Der angeborene Pupillarverschluss

(Atresia pupillae congenita) beruht auf der hier und da bei Neugeborenen noch verh
Pupillarmembran. Die Vögel besitzen keine Membrana pupillaris (Haller).

Die Choroidea endigt Anfangs am Linsenrande, erst am Ende des zweiten M
ginnt die Iris als eine zuerst ungefärbte kreisförmige Hautschicht hervorzuwach
Rand der secundären Augenblase, deren innere Lamelle zur Retina, die äussere z
nalpigment wird, umgreift anfänglich den Linsenrand. In der zweiten Hälfte der E
nalentwickelung bleibt der vordere Theil der secundären Augenblase (der Reti
Entwickelung zurück und liefert in der Folge die Pars ciliaris retinae, die
wissen, keine nervösen Elemente besitzt. Die gelbe Färbung des gelben Flecks sol
Embryo und Neugeborenen nicht sichtbar sein, sonstige Beobachtungen über B
mente fehlen.

Die Augenlider zeigen sich im Anfang des dritten Monats als niedrige Hautf
vierten berühren sie sich und verkleben mit ihren Rändern, öffnen sich aber norm
vor der Geburt. Die Thränendrüsen entstehen nach dem Schema der Speic
(S. 272) im Anfang des vierten Monats, die Meibom'schen Drüsen erst im sechsten
soliden Wucherungen des Epithels der Augenlidränder.

Zur vergleichenden Anatomie. — (Gegenbaur) Bei den niederen Medusen (Cra
erscheinen als erste Andeutung von Sehorganen blosse Pigmentflecke an der
basis, welche in der Regel keine weiteren lichtbrechenden Medien enthalten, bald
lichtbrechende Körper im Pigment eingelagert, die an die Krystallstäbchen andere
Thiere erinnern. Die Randkörper der höheren Medusen, denen die Bedeutung v
organen zukommt, sind ihrer Funktion nach sicher wenigstens nicht ausschliesslic
organe zu halten. Bei vielen niedern Würmern (Turbellarien, Trematoden, Nemert
derthieren, auch bei Tunicaten) finden wir als Andeutungen eines Sehorgans vi
Pigmentflecke, welche symmetrisch geordnet entweder unmittelbar auf dem Centr
system aufsitzen oder von ihm Nervenzweige erhalten. An Stelle dieser Pigmentfle
wir bei nahe stehenden Arten deutlich ausgebildete Augen, wo das Pigment als H
thümlicher, zu lichtbrechenden Apparaten modificirter Zellen, der Krystallst
auftritt, welche wir als Endapparate lichtempfindlicher Nerven betrachten dürfe
larien, hier und da auch bei Nemertinen). Bei den Hirudineen erscheinen (Leydig)
als becherförmige Vertiefungen im Integument, sehr ähnlich den becherförmigen T
oder Geschmacksorganen in der Oberlippe dieser Thiere, von denen sie sich du
Pigmentumlagerung unterscheiden. Grosse, glashelle Kugeln (Zellen?) kleiden die
Bechers aus, seine Mündung wird von modificirten Epidermiszellen eingefasst.
Zellen des Grundes tritt ein Nervenstrang hindurch und endigt frei nach aussen
leichten papillenförmigen Erhebung, auf welcher Endstäbchen zu erkennen sind.
functioniren abwechselnd für drei Sinnesempfindungen, es sind Uebergangs
organe (J. Ranke), mit denen das Thier tastet, schmeckt und, indem es durch
Druck die Glaskugeln zu einer zusammengesetzten halbkugeligen Cornea hervorw
Die Augen der Anneliden zeigen sich sehr verschieden und erreichen zum Theil
auffallende hohe Ausbildung des Baues. Bei Branchiomma sind die einzelnen Fäde
menbüschel des Kopfes mit vielfachen Augen besetzt. Bei den Echinodermen vertr
nur Pigmentflecke die Sehorgane. Bei den Seesternen lagern aber zusammengeset
auf der gewöhnlich aufwärts dem Lichte zugebogenen Spitze jedes Armes, viele, ebe
Krystallstäbchen, jedes von einer Pigmentscheibe umgeben, in ihrer Gesammtheit
Epithellage mit Cuticula bedeckt, stehen auf einer kugeligen Markmasse auf, das
Ambulacralnerven fungirt als Sehnerv.

Bei den Arthropoden betheiligt sich neben den lichtempfindlichen Theilen,
stallstäbchen mit Pigmentscheiden, an dem Bau des Auges auch meist ein Abschnit
seren Leibesdecke, der Chitinhülle, welche über dem Auge zu einem zusammen
corneaähnlichen, lichtbrechenden Organ wird. Die meist sehr grossen Krystallstäbch
trotz mannigfacher Differenz im Allgemeinen die Form eines umgekehrten Kegels

igen Prismas, sie treten mit Nervenfasern in Zusammenhang. Das immer nach gewendete Ende der Krystallstäbchen ist stärker lichtbrechend als der innere t, der sich immer mehr in seinem Aussehen den Nerven annähert. Die Chitindecke s, welche wie gesagt die Stelle der Cornea vertritt, ist durchsichtig und pigmentfrei, ölbt sie sich nach aussen vor und verdickt sich nach innen, so dass sie dadurch die Wirkung einer Linse oder vieler Linsen erlangt. Längs der Krystallstäbchen ver- iskelfasern, welche diese zum Zwecke der Accommodation der Cornea nähern Die Bildungen sind im Einzelnen sehr mannigfach, GEGENBAUR zählt folgende Haupt- uf:

I. Augen ohne lichtbrechende Cornea.

Einfaches Auge. Es besteht aus einem von Pigment umhüllten Krystallstäbchen, Chitinhülle entfernt, welche sich am Bau des Auges nicht betheiligt. Diese Form, ei den niederen Crustaceen vorkommt, schliesst sich an die bei Würmern (Turbel- emertinen etc.) beobachteten Sehorgane an.

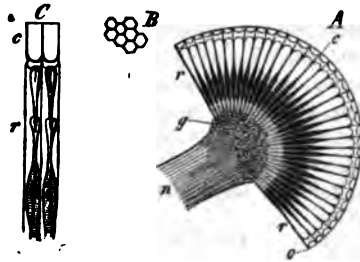
usammengesetztes Auge, wie das einfache, nur sind hier mehrere Kry- hen zu einem Auge vereinigt (niedere Crustaceen).

II. Augen mit Cornea.

Einfaches Auge, gebildet von einem meist grossen Krystallstäbchen, von wel- Integument zu einem linsenartigen Körper verdickt ist (Corycäiden).

usammengesetztes Auge: a) mit einfacher Cornea. Mehrere zu einem einigte Krystallstäbchen werden von einer gemeinsamen, linsenförmig gewölbten berzogen (Arachniden); b) mit mehrfacher Cornea. Um eine halbkugelige Seh- schwellung sind zwei bis mehrere Tausend ordnete, durch Pigment von einander ge- rystallstäbchen zu einem kugelig gewölbten einigt. Die Chitinhülle des Auges bildet den Krystallstäbchen entsprechende, convex nach springende Facetten, so dass jedes Krystall- seine eigene kleine, lichtbrechende Cornea- itzt (Fig. 199). Jedes Krystallstäbchen steht elle eines einfachen Auges zweiter Gattung. ichen Augen der Krustenthiere und Insecten.) treitet das und hält diese Augen insofern für Augen, als sie nur einen Gesichtseindruck n (cf. oben). LEEUWENHOEK hatte zwar gefun- s jede der Facetten des zusammengesetzten n den Gegenständen der Aussenwelt ein ver- s und verkehrtes Bildchen liefert, aber jede nthält, wie es scheint, nur eine (oder einige?) sern, so dass dieses Bildchen als solches nicht werden kann. Jeder solchen Facette ent- un, wie wir oben sagten, ein ziemlich punkt- Gesichtsfeld, jede vermittelt nur einen ein- ichteindruck (J. MÜLLER). Das wird noch dadurch wahrscheinlicher, dass der LEEU- 'sche Versuch auch mit der Retina der Amphibien und Reptilien (Schlangen) gelingt, hen die Retinalelemente auch gesonderte Bildchen entwerfen (M. SCHULTZE, BOLL). lich zusammengesetzten Augen entspricht das Einfachsehen mit denselben dem n des Einfachsehens mit zwei Augen bei den Wirbelthieren.

Fig. 199.



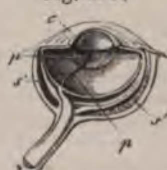
A Schematischer Durchschnitt durch ein zusammengesetztes Arthropodenauge. *n* Sehnerv. *g* Ganglienanschwellung desselben. *r* Krystallstäbchen aus dem Ganglion hervortretend. *c* facettirte Cornea, vom Integument gebildet, wobei jede Facette durch Convexität nach innen als lichtbrechendes Organ (Linse) erscheint. *B* einige Hornhautfacetten von der Fläche gesehen. *C* Krystallstäbchen (*r*) mit den entsprechenden Cornealinsen (*c*) aus dem Auge eines Käfers.

Die höchste Ausbildung und Annäherung an das Auge der Wirbelthiere erreicht das Auge der Wirbellosen bei den **Mollusken**, obwohl auch hier noch sehr einfache Formen, nur Pigmentflecken vorkommen oder auch die Augen ganz fehlen. Die Augen (Hensen) der Cephalophoren und Cephalopoden sitzen stets zu zweien am Kopfe des Thiers. Bei den ersteren zeigt der Bulbus des Auges eine dünne äussere Umhüllung, welche nach vorn in eine durchsichtige Cornea übergeht, in der Tiefe des Auges bildet der Sehnerv eine ganglienartige Anschwellung, auf welche die Netzhaut folgt mit einer Pigmentschicht, welcher die Schicht der nach aussen gekehrten Krystallstäbchen aufgelagert ist. Der übrige Raum des Auges wird von der hinter der Cornea gelegenen Linse und hinter dieser von einer Glaskörpermasse ausgefüllt. Bei den Cephalopoden lagert der Bulbus in einem von den Seitenrändern und Orbitalfortsätzen des Kopfknorpels gebildeten orbitaähnlichen Raume. Pupillenartige Bildungen sowie Augenlider kommen bei ihnen zu dem Auge noch hinzu. Das Auge des Nautilus ist einkammerig und besitzt keine Linse. — Bei Loligo und Sepia erscheint als erste Anlage des Auges ein erhabener elliptischer Wall an der Aussenfläche des Embryo, indem die Wallränder verwachsen, entsteht die primäre Augenblase, wie sie bei Nautilus das ganze Leben sich erhält. Auf dieser entstehen neue wallartige Aufsätze, welche zur Bildung der vorderen Augenblase, Cornea, Iris führen. Die vordere Wand der primären Augenblase »secernirt« als ein reines Cuticulargebilde die Linse, die hintere Wand bildet sich zur Retina um.

Die **Augen der Wirbelthiere** (nur Amphioxus zeigt als Sehorgan einen auf dem centrale Nervensystem aufgelagerten Pigmentfleck ohne Sehstäbchen) stimmen der Hauptsache nach mit dem Bau des Menschenauges überein. Bei allen gehören die lichtempfindlichen Apparate, die Stäbchen und Zapfen, zu den **äusseren** Netzhautschichten, die Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen sind dem in das Auge einfallenden **Lichte abgewendet**, während bei allen Augen der Wirbellosen die jenen entsprechenden Krystallstäbchen dem Lichte **entgegengewendet** sind. Es spricht sich darin ein verschiedenes Bauprincip aus, dass an eine Ableitung der einen Form aus der anderen anatomisch nicht gedacht werden kann (Gegenbaur).

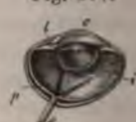
Die Form des Bulbus zeigt viele Verschiedenheiten (Figg. 200. 201. 202). Er ist bei der Mehrzahl der Säugethiere kugelig: bei den Fischen, den im Wasser lebenden Säugethieren und den Wasservögeln (Schwimm- und Stelzvögeln) ist er von vorn nach hinten, und gleichzeitig auch die Cornea, abgeflacht; bei den Raubvögeln ist namentlich der vordere Theil des Auges und die Cornea stark hervortretend und gewölbt. Bei vielen Wirbelthieren ist in die Sclerotica Knorpel oder sogar Knochen eingelagert, bei Eidechsen, Schildkroten und Vögeln lagert sich im Umkreise der Hornhaut ein Kranz flacher, an einander liegender oder über einander sich wegschiebender Knochenstücke ein, **Scleroticalring**. Die Form der Pupille

Fig. 200.



Auge von Esox lucius. Horizontalschnitt. *c* Cornea. *p* Processus falciformis. *s' s'* Verknöcherungen der Sclerotica. *o* Sehnerv.

Fig. 201.



Auge von Varanus. (Warneidechse). Horizontalschnitt. *c* Cornea. *p* Processus falciformis. *i* Iris und Linse.

Fig. 202.



Auge von Falco chrysaëtos. Horizontalschnitt (nach W. Söm- merring). *s* Sclerotica.

wechselt zwischen der kreisrunden, querovalen (Selachier, Wiederkäuer und Einhufer), längsovalen (Krokodile und fleischfressende Säugethiere), fast dreieckigen (bei manchen Amphibien und Fischen). Bei Fischen, Reptilien, Vögeln durchsetzt eine Choroidealfalte die Netzhaut, durchzieht meist sichelförmig gebogen den Glaskörper und setzt sich mit einer Anschwellung an den hinteren seitlichen Theil der Linsenkapsel an (Processus falciformis,

;eln Pecten). Die Choroidea vieler Säugethiere, der Fische, des Strausses, zeigt in grösserer r geringerer Ausdehnung einen grünlichen oder bläulichen Metallschimmer, nach BRÜCKE › Interferenzerscheinung, das Tapetum lucidum, welches das Augenleuchten dieser ›re im Halbdunkel hervorruft; die Form der Linse erscheint sphärisch bei Fischen Amphibien und den im Wasser lebenden Säugethieren, offenbar dem Sehen im Wasser ›passt. Die in der Pupille und bei der Accommodation thätigen Muskelelemente der Choea sind bei Reptilien und Vögeln quergestreift.

In Beziehung auf die Stäbchen und Zapfen kommen in der Netzhaut der Thiere gee Verschiedenheiten vor, aus welchen M. SCHULTZE den Schluss zog, dass die Zapfen farbenpercipirenden Organe der Netzhaut seien, sie dienen aber auch mit den :hen zusammen der allgemeinen Lichtempfindung. Bei im Dunklen lebenden Thieren, bei n, da im Dunklen keine Farbenunterschiede als solche auftreten, die Farbenempfindung in Minimum reducirt ist oder ganz fehlt, fehlen entweder auch die Zapfen gänzlich (Ro-, Haifische, Flussneunauge, Stör, Fledermaus, Igel, Maulwurf), oder sie sind verkümmert wenig zahlreich (Eulen, Ratte, Maus, Meerschweinchen). (Dagegen hat neuerdings RAUSE bei all diesen Thieren wahre Zapfen zahlreich neben den Stäbchen wahrgenommen.) re gern in der Sonne spielende Thiere, denen wir wie den Vögeln mit ihrem farbenprächGefieder oder den farbenschillernden Schlangen einen sehr entwickelten Farbensinn zu:hen müssen, haben (die Reptilien) nur Zapfen, oder es herrschen die Zapfen auf der Reror (Vögel) und sind in beiden Fällen ganz eigenthümlich entwickelt. An der Grenze des en- und Innenglieds die ganze Dicke desselben einnehmend, findet sich eine Oelkugel lagert, welche eine meist sehr intensive Färbung zeigt. Von den durchıden Lichtstrahlen wird daher nur den der Färbung der Oelkugel entsprechenden der htritt gestattet, so dass nur sie die Erregung der zu dem Zapfen gehörenden Faser be-›n können. Bei Vögeln und Reptilien gibt es auch farblose derartige Kugeln, die meisten aber gelb, hellgelb, grüngelb, gummiguttgelb, orange, gelbgrün und grün, dazwischen n in regelmässigen Abständen rubinrothe. Sie stellen sich danach als specifische Farben-›ptionsorgane dar, doch scheinen gegen diese Auffassung noch manche gewichtige Gründe ›rechen. Die ungeschwänzten Batrachier haben derartige farblose oder hellgelb gefärbte ln. Offenbar betheiligen sich alle diese Kugeln durch ihre sphärische Gestalt auch an der ›ung der Lichtstrahlen im Zapfen selbst und reihen sich dadurch an mannigfache farbichtbrechende Einlagerungen im Innengliede der Zapfen derselben Thiere an, von denen aber auch Andeutungen in den Zapfen der Säugethiere (Schweine) finden (M. SCHULTZE) ›en über Retinalpigmente S. 813.

II. Die Dioptrik des Auges.

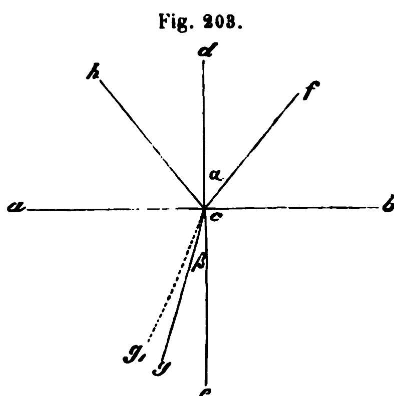
Einiges über Lichtbrechung in Systemen kugeliger Flächen.

In dem menschlichen Auge findet sich eine Reihe optisch brechender Flächen, welche Gang der Lichtstrahlen in ihm bedingen. Es sollen die hauptsächlichsten allgemeinen tbrechungsgesetze für einfach brechende Mittel und für eine Reihe von gekrümmten Flä-vorausgeschickt werden, wobei wir uns, soweit es der Raum und unser Zweck gestattet, lichst an die von HELMHOLTZ gegebene Darstellung anschliessen.

An einer einzelnen brechenden Fläche ist (HELMHOLTZ) die Lage des zurückge-'enen und gebrochenen Strahls folgendermassen bestimmt. In Fig. 203 sei *ab* die brende Fläche, d. h. die Grenzfläche zweier optisch verschieden brechender Medien, *fc* larauf fallender Lichtstrahl, *de* die im Punkte *c* auf *ab* senkrecht stehende Linie: das fallsloth, *ch* der reflectirte, *cg* der gebrochene Strahl. Eine durch das Einfallsloth

und den einfallenden Strahl gelegte Ebene heisst: **Einfallsebene**, der Winkel z einfallendem Strahl und Einfallsloth (α) **Einfallswinkel**, der Winkel zwischen l loth und dem zurückgeworfenen Strahl der **Reflexionswinkel** (γ), und derjenige z dem Einfallslothe und dem gebrochenen Strahle (β) der **Brechungswinkel**. Der gel und der reflectirte Strahl liegen in der Einfallsebene, der Reflexionswinkel ist gleich fallswinkel ($\alpha = \gamma$). Die Abhängigkeit des Brechungswinkels von dem Einfallswinke sich darin aus, dass sich ihre Sinus verhalten wie die Fortpflanzungsgeschwindigk Lichts in den betreffenden beiden Medien. Das Verhältniss der Fortpflanzungsgesc keit des Lichtes im Vacuum zu der in einem gegebenen Medium nennt man dess **chungsverhältniss** oder **Brechungsvermögen**. Heisst die Fortpflanzungsg digkeit im Vacuum c, im ersten Medium c_1, im zweiten c_2, n_1 das Brechungsvern ersten, n_2 das des zweiten Mediums, so ist $n_1 = \frac{c}{c_1}$ und $n_2 = \frac{c}{c_2}$. Das Brechu selbst lautet: $\sin\alpha : \sin\beta = c_1 : c_2$. Gewöhnlich findet man in der daraus abzuleiten $n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta$, aus welcher Gleicl z. B. den Brechungswinkel oder das Br vermögen des zweiten Mittels etc. l kann, wenn die drei übrigen Grösser sind. Handelt es sich wie gewöhnlic Brechungsvermögen der Luft und ein Mediums, so vereinfacht sich die Glei n_1 das Brechungsvermögen der Luft = werden darf, zu $\sin\alpha = n \sin\beta$, w Brechungsvermögen des zweiten Med deutet. Das Brechungsverhältniss fü cuum = 1 ist nämlich von dem der Luft = (bei 0° und 760 mm Druck) so wenig den, dass bei Rechnungen der Unters den meisten Fällen vernachlässigt werd

Fig. 203.



Farbenzerstreuung durch Licl ung. — Im Vacuum und in den versc Gasarten ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der einfachen farbigen Lichtstrah verschieden, in tropfbaren und festen Körpern pflanzen sich dagegen die Strahlen nerer Schwingungsdauer, die **blauen** und **violetten**, langsamer fort, ihre Brecl hältnisse sind sonach gemäss der oben gegebenen Definition grösser als die der übrig len, man unterscheidet sie daher, z. B. die violetten, als die **brechbareren** St von den **weniger brechbaren**, z. B. den rothen Strahlen. Der Weg, welcher schiedenen, den weissen Lichtstrahl zusammensetzenden farbigen Lichtstrahlen n Brechung in tropfbaren oder festen Körpern, einschlagen, muss daher im Allgem verschiedener sein, die Brechung ist ein Mittel, um sie zu trennen. Kommt in unse 203 das Strahlenbündel von oben (f) her, und zwar, wie wir voraussetzen, au dünneren Medium, so werden zwar alle gebrochenen Strahlen dem Einfallsloth genä brechbareren violetten Strahlen aber mehr als die weniger brechbaren rothen, erst den den Weg nach g, die zweiten nach g_1 einschlagen und sich auf diese Weise von trennen.

Brechung an kugeligen Flächen. — Im Auge findet die Brechung an kugeli wenigstens nahezu kugeligen Flächen statt. Fällt das Licht **unter sehr kleine fallswinkel** auf eine kugelige, brechende Fläche, oder auf ein **centrirtes Syst** cher Flächen, bei welchem alle Mittelpunkte der Kugelflächen in einer geraden Linie des Systemes, liegen, so vereinfachen sich in hohem Maasse die Gesetze der Brechu erwähnen hier zunächst folgende **Hauptbrechungsgesetze** (Helmholtz):

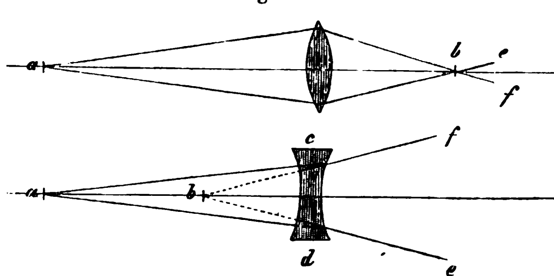
1) Licht, welches ursprünglich von **einem** Punkte ausgegangen ist, oder im Allg

Licht, dessen Strahlen hinreichend »verlängert« alle durch einen Punkt gehen: homocen-trisches Licht, wird, nachdem es durch ein centrirtes System gegangen ist, und alle bre-chenden Flächen nur unter kleinen Einfallswinkeln getroffen hat, a) entweder sich in einem Punkt wieder vereinigen wie bei Convexlinsen, b) oder so fortgehen, als käme es von einem leuchtenden Punkt her, also wieder homocentrisch sein, wie bei Concav-linsen.

In beiden Fällen nennt man den Convergenzpunkt der Strahlen das optische Bild des ursprünglich leuchtenden Punktes. Da von dem Orte des Bildes ausgehende Lichtstrahlen der Stelle des ursprünglich leuchtenden Punktes sich wieder schneiden würden, bezeich-t man den Ort des leuchtenden Punktes und den seines Bildes auch als conjugirte Ver-einigungspunkte der Strahlen. Reell nennt man das optische Bild, wenn die von leuchtenden Punkt ausgegangenen Strahlen im Bildpunkte wirklich zur Vereinigung kom-men. Dies kann nur dann eintreten, wenn das Bild hinter den brechenden Flächen liegt. Virtuell nennt man das Bild dann, wenn der Vereinigungspunkt der Lichtstrahlen in ihren rückwärts gelegenen Verlängerungen vor der letzten brechenden Fläche liegt. Im letzteren Falle kommen also im Bildpunkte nicht die Lichtstrahlen selbst, sondern nur ihre gedachten Verlängerungen zur Vereinigung.

2) Convexe Glaslinsen (Brenngläser und Sammellinsen), Brillengläser für Weitsich-tige, entwerfen von entfernten Gegenständen reelle Bilder. Ist *a* der leuch-tende Punkt, so werden die von *a* kommenden Lichtstrahlen in die Richtungen *f* und *e* gebrochen und vereinigen sich wirklich in einem Punkte, dem reellen Bilde *b*. Nach der Schneidung divergiren sie wieder, gerade als wäre *b* selbst ein ursprünglich leuchtender Punkt (Fig. 204).

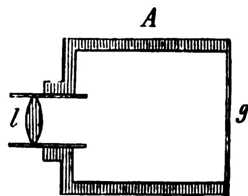
Fig. 204.



3) Concave Glaslinsen (Zerstreuungsgläser, Brillengläser für Kurzsichtige), geben nur virtuelle Bilder. Nicht die Lichtstrahlen selbst, nur ihre »Verlängerungen« treffen sich in *b* (Fig. 204) und gehen hinter der Linse weiter, als kämen sie von *b*. Ein hinter der Linse zwischen *f* und *e* stehendes Auge glaubt den leuchtenden Punkt in *b* zu sehen.

4) Liegen mehrere leuchtende Punkte in einer gegen die Axe des brechenden Systems senkrechten Fläche, und zwar der Axe so nahe, dass ihre Strahlen sämmtliche brechende Kugelflächen unter sehr kleinen Einfallswinkeln treffen, so kommen ihre reellen oder virtuellen Bilder alle in einer auf die optische Axe senkrechten Ebene zu liegen, und ihre Vertheilung in dieser Ebene ist geometrisch ähnlich der Vertheilung der leuchtenden Punkte; gehören die leuchtenden Punkte einem Objecte an, so ist das optische Bild dieses Objectes dem Objecte selbst ähnlich.

Fig. 205.



5) Derartige Bilder von Objecten liefert die dem Auge sehr ähnliche Camera obscura Fig. 205. In die vordere Wand eines innen geschwärzten Kastens *A*, dem man passend die Gestalt eines Auges geben kann, ist eine verschiebbare Röhre eingesetzt, in welche eine oder mehrere Glaslinsen *l* eingefügt sind. Die Rückseite des Kastens bildet eine matte Glastafel *g*. Wendet man die Gläser gegen entfernte erleuchtete Objecte und beschattet die matte Glastafel, so sieht man auf ihr das umgekehrte, natürlich gefärbte Bild

der Objecte, welches, wenn die Linse so gestellt ist, dass die (überwiegende Mehrzahl der) von einem Punkte des abzubildenden Objects ausgehenden Strahlen sich je in einem Punkte der matten Glastafel schneiden, sehr scharf gezeichnet erscheint.

a) Zerstreuungsbilder. Man bemerkt dabei, dass die Bilder ungleich weit von der Camera obscura entfernter Gegenstände nicht gleichzeitig deutlich auf der matten Tafel erscheinen. Man muss die Röhre mit der Linse etwas herausschieben, um nähere Gegenstände abzubilden, für entferntere dagegen mehr hineinschieben, da näher an der Linse gelegene Objecte ihre Bilder in grösserer Entfernung hinter ihr entwerfen, als von der Linse weiter entfernt stehende Objecte.

b) Chromatische Abweichung. Haben die Linsen einen grossen Durchmesser im Verhältniss zur Länge des Kastens, so zeigen Ränder heller Flächen in dem Bilde farbig meist blaue oder gelbrothe Säume. Wie wir sahen, liegen wegen der verschiedenen Brechbarkeit des verschiedenfarbigen Lichtes die Vereinigungspunkte verschiedenfarbiger Strahlen nicht genau in derselben Entfernung hinter der Linse und die Bilder für die verschiedenen Farben decken sich nicht genau. Diese chromatische Abweichung kann aufgehoben werden durch eine passende Verbindung von Linsen, die aus verschieden brechenden Glassorten bestehen, sogenannte achromatische Linsen. Sie bestehen aus einer stärkeren Sammellinse von Crownglas combinirt mit einer schwächeren Concavlinse von Flintglas, welches letztere ein beinahe doppelt so grosses Farbenzerstreuungsvermögen besitzt wie erstere Glassorte. Combinirt man zwei gleichstarke aber entgegengesetzt gekrümmte Linsen von derselben Glassorte, so wird die eine die Brechung der anderen vollkommen aufheben. Das stärkere Farbenzerstreuungsvermögen des Flintglases ermöglicht es nun durch Verbindung einer Crownglas-Sammellinse mit einer schwächeren Flintglasconcavlinse die verschiedene Brechung der verschiedenfarbigen Strahlen durch die Crownglaslinse zu compensiren, während die Flintglaslinse nicht stark genug ist, die Gesammtstrahlenbrechung durch die Crownglaslinse aufzuheben (Euler, Dollond).

c) Sphärische Abweichung. Auch bei Beleuchtung mit einfarbigem Lichte zeigen die Bilder der Camera obscura und andere optische Instrumente mit grösseren brechenden Kugelflächen eine gewisse Ungenauigkeit der Umrisse, weil die durch eine kugelige Fläche gebrochenen homocentrischen Strahlen nur bei verschwindend kleinen Einfallswinkeln genau in einem Punkte vereinigt werden. Instrumente, bei welchen durch passende Zusammenstellung der brechenden Flächen diese Abweichung möglichst beseitigt ist, werden als aplanatische bezeichnet. Durch einzelne Kugelflächen ist vollständige Aplanasie nie zu erreichen, eine solche wäre nur durch Rotationsflächen möglich, und zwar meist durch solche des vierten Grades, die man bis jetzt noch nicht schleifen kann. Nur in gewissen Fällen, wenn z. B. der leuchtende Punkt, wie oft bei dem Auge in unendlicher Entfernung liegt, ist die Erzeugungscurve solcher Flächen eine Ellipse. Bei einem Systeme von kugeligen brechenden Flächen ist Aplanasie auch durch passende Combination mehrerer kugelig brechender Flächen in Beziehung auf Krümmungsradius und Abstand der Flächen zu erreichen. Da an einer Kugelfläche die Randstrahlen stärker gebrochen werden, als die der Axe zunächst eintretenden Strahlen, so schneiden sich die gebrochenen Strahlen nicht alle in einem Punkte, sondern in einer krummen Linie: kaustischen Linie.

Centrirte dioptrische Systeme. — Wenn bei einem centrirten dioptrischen Systeme sphärisch gekrümmter Flächen das letzte Medium, in welches schliesslich nach allen Brechungen die Strahlen eintreten, verschieden ist vom ersten, aus welchem sie ursprünglich kommen, dann erscheint die optische Wirkung des Systems auffallend analog der Brechung an einer einzigen sphärischen Trennungsfläche, die zwei heterogene Medien von einander scheidet. Zur einfachen Bestimmung der Lage und der Grösse der optischen Bilder, sowie des Ganges eines jeden durch ein solches System hindurchgegangenen Lichtstrahls, welcher sämmtliche brechende Flächen unter sehr kleinem Einfallswinkel passirt hat, bedarf es der Kenntniss gewisser Punkte: der optischen Kardinalpunkte des Systems.

Man hat 3 Paare solcher Punkte zu unterscheiden:

1) zwei Brennpunkte, senkrecht auf die Axe durch die Brennpunkte gelegte Ebenen heissen Brennebenen.

2) die beiden Hauptpunkte, senkrecht auf die Axe durch die Hauptpunkte gelegte Ebenen heissen Hauptebenen.

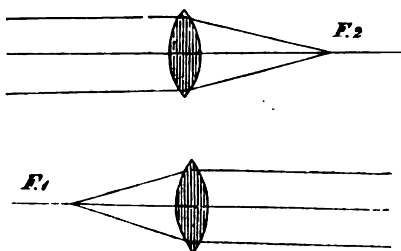
3) die beiden Knotenpunkte.

Man nennt die Seite des Systems, von der das Licht herkommt, die erste, die, nach der es hingeht, die zweite Seite; das Brechungsverhältniss des ersten und letzten Mittels sei verschieden, das erstere n_1, das letzte n_2.

Wir definiren nun nach Helmholtz:

Der erste Brennpunkt F_1 ist dadurch bestimmt, dass (wie bei der Brechung an einer kugeligen Trennungsfläche) jeder Strahl, der durch ihn geht, nach der Brechung parallel mit der Axe wird. Alle von einem Punkt der ersten Brennebene ausgehenden Strahlen werden nach der Brechung unter einander parallel (Fig. 206 F_1).

Fig. 206.



Der zweite Brennpunkt F_2, auch der hintere Brennpunkt genannt, ist dadurch bestimmt, dass durch ihn jeder Strahl geht, der vor der Brechung parallel der Axe ist. Strahlen, welche im ersten Mittel unter einander parallel sind, vereinigen sich in einem Punkte der zweiten Brennebene (Fig. 206 F_2).

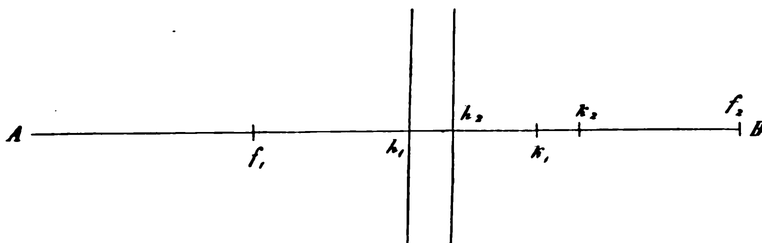
2) Die Hauptpunkte.

Der zweite Hauptpunkt ist das Bild des ersten, d. h. Strahlen, welche im ersten Mittel durch den ersten Hauptpunkt gehen, gehen nach der letzten Brechung durch den zweiten Hauptpunkt. Die zweite Hauptebene ist das optische Bild der ersten, und zwar sind es die einzigen zusammengehörigen Bilder, welche gleich gross und gleich gerichtet sind.

3) Der zweite Knotenpunkt ist das Bild des ersten. Ein Strahl, der im ersten Medium nach dem ersten Knotenpunkt gerichtet ist, geht nach der Brechung durch den zweiten Knotenpunkt, und die Richtungen des Strahls vor und nach der Brechung sind einander parallel. Die Knotenpunkte bilden also eine gewisse Analogie zum Centrum einer einzigen kugelförmigen Trennungsfläche.

Die Entfernung des ersten Hauptpunkts vom ersten Brennpunkt ist die erste Hauptbrennweite, die des zweiten Brennpunktes vom zweiten Hauptpunkt die zweite. Sie wird positiv gerechnet, wenn der erste Hauptpunkt im Sinne der Fortbewegung des Lichtes hinter dem ersten Brennpunkte liegt. Umgekehrt ist positiv bei der zweiten Brennweite.

Fig. 207.



In beistehender Figur 207 sei AB die Axe eines centrirten Systems, von A kommt das Licht her; f_1 ist der erste, f_2 der zweite Brennpunkt, h_1 der erste und h_2 der zweite Hauptpunkt, k_1 der erste, k_2 der zweite Knotenpunkt, so ist $f_1\, h_1$ die erste (posi-

tive) Hauptbrennweite. Dagegen $f_2 h_2$ als die Entfernung des zweiten Bı punkts vom zweiten Hauptpunkt ist die zweite Hauptbrennweite, posi rechnet, wenn, wie in der Figur, der Brennpunkt hinter dem Hauptpunkte liegt.

Zur näheren Bestimmung gibt Helmholtz noch folgende Gleichungen, die sicl aus den gegebenen Definitionen ergeben:

1) Die Entfernung des ersten Knotenpunkts vom ersten Brennpunkt ist gleich der : Hauptbrennweite, umgekehrt die des zweiten Knotenpunkts vom zweiten Brennpunk der ersten Hauptbrennweite. Also

$$\left.\begin{aligned} f_1 k_1 &= f_2 h_2 \\ f_1 h_1 &= f_2 k_2 \end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ldots\ldots$$

2) Daraus folgt, dass der Abstand der gleichnamigen Haupt- und Knotenpunkte ander gleich dem Unterschiede der beiden Brennweiten ist:

$$k_1 h_1 = k_2 h_2 = f_2 h_2 - f_1 h_1 \} \ldots\ldots\ldots\ldots$$

3) und dass ausserdem der Abstand der beiden Knotenpunkte von einander gleich Abstand der beiden Hauptpunkte von einander:

$$h_1 h_2 = k_1 k_2 \} \ldots\ldots\ldots\ldots$$

Endlich verhalten sich die beiden Hauptbrennweiten zu einander wie die Brechu hältnisse des ersten und letzten Mittels:

$$\left.\frac{f_1 h_1}{n_1} = \frac{f_2 h_2}{n_2}\right\} \ldots\ldots\ldots\ldots$$

Ist also das letzte Mittel dem ersten gleichartig ($n_1 = n_2$), wie es bei den meist schen Instrumenten, nicht aber beim Auge der Fall ist, so sind die beiden Hauptbrenı gleich, und es fallen die gleichnamigen Haupt- und Knotenpunkte zusammen nach Gleic

Die ersten Brenn- und Hauptpunkte und Knotenpunkte beziehen sich nach de benen Definitionen stets auf den Gang der Strahlen im ersten Medium, die zweit den Gang im letzten Medium.

Zur Lichtbrechung im Auge. — In dem Auge haben wir es nicht mit sphäri krümmten Flächen zu thun, sondern mit Rotationsflächen von Curven, mit Ellipsoid Paraboloiden. Die eben mitgetheilten Brechungsgesetze gelten auch für centrirte o Systeme solcher Rotationsflächen, wenn wir, wie das schon für die bisherigen Betrach Bedingung war, nur diejenigen Strahlen berücksichtigen, welche ganz nahe der Axe ei Man kann in diesem Falle für anderweitige Rotationsflächen sphärisch gekrümmte F substituiren. Man setzt dabei für jede der anderen Rotationsflächen diejenige sphäris krümmte Fläche in die Rechnung ein, welche durch die Rotation desjenigen Kreises e den gedacht werden kann, der mit der die betreffende andere Rotationsfläche bildenden in dem Punkte, wo die Augenaxe diese Curve berührt, die Osculation höchster Ordnu Es ist das derjenige durch Rechnung zu findende Kreis, welchen die Curve in dem S punkt der Augenaxe berührt und sich hier möglichst langsam von ihr entfernt, d. h. als alle übrigen Kreise mit der Curve in unmittelbarer Berührung bleibt.

Beispiele.

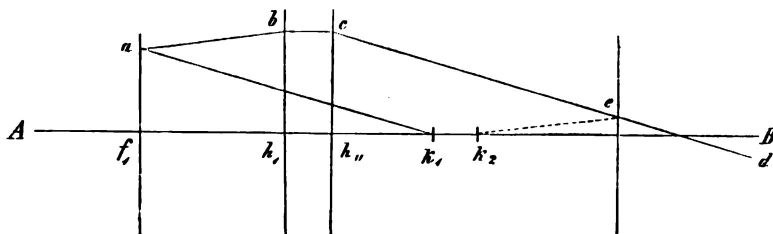
Um den Gang der Lichtstrahlen in einem centrirten System anschaulich zu mache Helmholtz die unten stehenden Beispiele, zu deren Verständniss wir uns, aus dem ob sagten, an Folgendes zu erinnern haben.

Lichtstrahlen, welche von einem Punkte der ersten Brennebene ausgeganget sind nach der Brechung unter einander parallel, und da nach der Definition der Knoten der vom leuchtenden Punkt nach dem ersten Knotenpunkt gerichtete Strahl nach der Br seiner ursprünglichen Richtung parallel sein soll, so müssen alle Strahlen, die von leuchtenden Punkt in der ersten Brennebene ausgegangen sind, jenem Strahle nach d chung parallel sein. Strahlen, welche im ersten Mittel unter einander parallel sind, vere sich, wie wir wissen, in einem Punkt der zweiten Brennebene, und da derjenige von d rallelen Strahlen, welcher durch den ersten Knotenpunkt geht, nach der Brechung vom z

Knotenpunkte aus seiner früheren Richtung parallel weiter geht, so muss der Vereinigungspunkt der parallelen Strahlen da liegen, wo dieser letztere Strahl die zweite Brennebene schneidet.

Diese Regeln genügen, um in jedem Falle, wenn der Weg eines Strahls im ersten Medium gegeben ist, seinen Weg nach der letzten Brechung zu finden, und wenn ein leuchtender Punkt im ersten Medium gegeben ist, den Ort seines Bildes nach der letzten Brechung zu bestimmen (Fig. 208).

Fig. 208.



Ite Aufgabe. Es sei *ab* die Richtung eines Strahls im ersten Medium, man soll seinen Weg im letzten Medium finden.

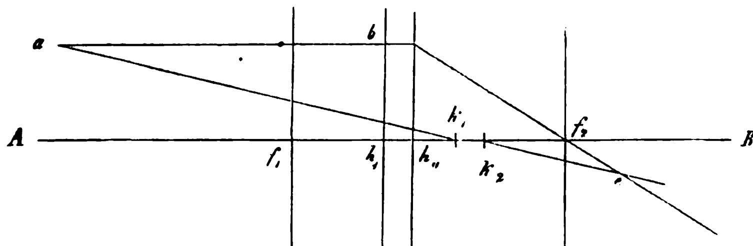
Es sei *a* der Punkt, wo er die erste Brennebene, *b* der Punkt, wo er die erste Hauptebene schneidet (wobei im Allgemeinen die beiden Punkte *a* und *b* nicht in einer Ebene mit der Axe des Systemes *AB* liegen werden).

Das Bild des Punktes *b* liegt in der zweiten Hauptebene, da die eine Hauptebene das Bild der andern ist; und da ferner in diesem Falle (bei den Hauptebenen) das eine Bild dem andern gleich und gleichgerichtet sein soll, so liegt das Bild des Punktes *b* der ersten Hauptebene in dem Fusspunkt des von *b* auf die zweite Hauptebene gefällten Lothes *bc*. Jeder Lichtstrahl, der von *b* ausgeht oder durch *b* hindurchgeht, muss also nach der Brechung durch *c* gehen, dem Bild von *b*; so auch die Fortsetzung des Strahles *ab*.

Zweitens geht der Strahl *ab* durch den Punkt *a* der ersten Brennebene. Jeder Strahl, welcher von einem Punkte der ersten Brennebene ausgeht, ist nach den oben gegebenen Regeln nach der Brechung parallel dem Strahle, welcher von jenem Punkte *a* nach dem ersten Knotenpunkte geht. Also muss der Strahl *ab* nach der Brechung durch *c* gehen und parallel ak_1 sein. Man ziehe *cd* parallel ak_1, so ist *cd* der gebrochene Strahl. Die Fig. 208 deutet noch eine zweite Auflösung an.

IIte Aufgabe. Es sei *a* ein leuchtender Punkt; es soll sein Bild gefunden werden.

Fig. 209.



Man braucht nur zwei Strahlen von *a* aus auf die erste Hauptebene zu ziehen, und deren Weg nach der Brechung zu construiren. Wo sie sich schneiden, liegt das Bild von *a*. Wenn *a*

ausserhalb der Axe liegt, so ist es am bequemsten, zur Construction den mit der Axe pa Strahl *ab* und den nach dem ersten Knotenpunkte gehenden ak_1 zu benutzen. Wei Punkt ist, wo der erste Strahl die zweite Hauptebene schneidet (der Punkt *c* ist auf der Hauptebene nicht bezeichnet), so ziehe man die Linie cf_2 und verlängere sie hinreich sie die durch k_2 parallel mit ak_1 gelegte Linie in *e* schneidet. Der Ort des Bildes ist der Strahl *ab* nach der Brechung längs *ce* und ak_1 längs k_2e geht, ergibt sich aus de Aufgabe und den Definitionen. Liegt der Punkt *a* in der Axe, so geht einer seiner Str der Axe selbst ungebrochen fort. Man braucht dann nur irgend einen andern Strahl struiren, der ausserhalb der Axe verläuft. Wo letzterer nach der Brechung die Ax schneidet, ist der Ort des Bildes (Fig. 209).

Die mathematischen Nachweise sind in HELMHOLTZ' Handbuch der physiologisch nachzusehen. Ein etwas ausführlicherer Auszug als der unsere aus HELMHOLTZ' Da des Ganges der Lichtstrahlen in centrirten optischen Systemen findet sich in dem L der Physiologie von C. LUDWIG.

Strahlenbrechung im Auge.

In Bau und Strahlenbrechung entspricht das Auge im Allgemeine Camera obscura. Bei dieser entwirft ein optischer Sammelapparat au auffangenden Schirme verkleinerte, umgekehrte Bilder von Gegenständ ren Strahlen auf die brechenden Flächen auftreffen. Das Gleiche lei lichtbrechende Apparat des Auges, die Netzhaut ist der auffangende S auf welchem reelle Bilder der Objecte, welche ihre Strahlen in das Au den, verkleinert und verkehrt entworfen werden.

Um das reelle Netzhautbildchen im Menschen- und Säugethierauge anschaulich zu genügt es, an einem ausgeschnittenen Auge ein Stück der Sclerotica und Aderhaut abz Man kann nun das Bild eines Gegenstandes, etwa eines Lichtes, an der betreffend durch die Augenmedien entwerfen lassen und seine Eigenschaften studiren. Die Au Kaninchen, besonders von albinotischen, die sich durch den Mangel an Pigment ausze lassen, wenn auch etwas weniger scharf, das Netzhautbildchen ohne Weiteres durch di scheinende Sclerotica beobachten. Man kann in analoger Weise auch am Auge des l Menschen das Netzhautbildchen zur Anschauung bringen. Lässt man eine blonde Per Auge möglichst stark nach aussen wenden, und hält ein Licht in einem sonst dunklen noch etwas weiter seitlich als die Sehaxe, so schimmert im inneren Augenwinkel da hautbildchen des Lichtes oft so deutlich durch, dass man nicht nur seine umgekehr lung, sondern auch den Docht deutlich wahrnehmen kann. Durch die Entdeckung d genspiegels trat die Beobachtung des Netzhautbildchens in ein neues Stadium, cf.

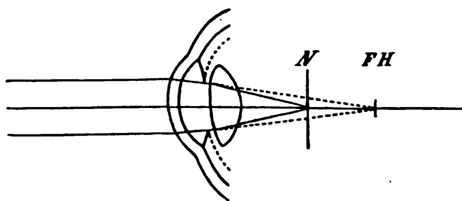
Die Beobachtung ergibt, dass nur diejenigen Objecte, deren Bilder a gelben Fleck der Netzhaut zu liegen kommen, scharf gezeichnet ersch nach den Seiten der Netzhaut zu verringert sich die objective Deutlichke Abbildung. Es entspricht diese objective Beobachtung den subjectiven ' nehmungen. Am gelben Fleck ist die Sehschärfe am bedeutendsten, sie i nach der Peripherie der Netzhaut zu sehr rasch ab, und zwar noch rasch die objective Schärfe der Zeichnung des Netzhautbildchens, wodurch ein nahme der Netzhautempfindlichkeit gegen die Randtheile zu erwiesen Mit dem Augenspiegel kann man, gestützt auf diese Beobachtungen, direct i weisen, dass die Netzhautgrube des gelben Fleckes, die sich durch

igenthümlichen Reflex kenntlich macht (Coccius, Donders), der Ort des directen, entlichsten Sehens ist.

Von allen künstlichen optischen Apparaten zeichnet sich das Auge durch ie Grösse seines **Gesichtsfeldes** aus. Das Gesichtsfeld beider Augen, wenn ihre xen parallel in die Ferne gerichtet sind, umspannt einen horizontalen Bogen n mehr als 180°, der durch die Augenbewegungen noch vergrössert werden nn. Das Gesichtsfeld des einzelnen Auges ist zwar nicht ganz so gross, da n Theil nach innen, oben und unten durch Theile des Antlitzes, Nase, Augenauen und Wangen eingenommen wird. Aber alles Licht, welches durch die rnhaut in die Pupille fällt, trifft noch auf empfindliche Theile der Netzhaut, d wegen der Brechung in der Hornhaut können selbst senkrecht auf die genaxe fallende Strahlen, welche noch den Hornhautrand treffen, in die Pulle gelangen, so dass das Gesichtsfeld auch jedes einzelnen Auges, abgesehen n der angegebenen Beschränkung etwa einer halben Kugel entspricht. Aus m über das Netzhautbildchen Gesagten ergibt sich, dass gleichzeitig doch mer nur die dem gelben Fleck entsprechende Partie dieses grossen Gesichtsldes scharf gesehen werden kann. Das Gesammtbild entspricht einer Zeichng, in welcher nur das Wichtigste sorgfältig ausgeführt, der übrige Theil r nur skizzirt ist, und zwar je weiter vom Hauptgegenstand ab, um so weer sorgfältig. Ein Blick gewährt uns also eine allgemeine Uebersicht über e weite Umgebung, immerhin scharf genug, dass neue irgendwo im Gesichtsle auftretende Erscheinungen sogleich unsere Beachtung erregen. Die Beglichkeit unserer Augen ermöglicht es dann, nach und nach jeden einzelnen il des Gesichtsfeldes genau zu betrachten, indem wir die betreffenden Obte sich auf dem gelben Fleck abbilden lassen.

An der **Strahlenbrechung im Auge** betheiligt sich am stärksten die Hornt, dann folgen die vordere und die hintere Linsenfläche. Auch an r Grenzen der verschiedenen Linsenschichten findet eine Brechung im Innern r Linse statt, da die Linsenschich- ihrer verschiedenen Dichtigkeit en auch ein verschiedenes Lichthungsvermögen besitzen (S. 818). llele Lichtstrahlen werden von Hornhaut so gebrochen, dass sie, gestört weiter gehend, etwa 10 mm ter der Netzhaut zur Vereinigung men würden. Sie treffen aber h dem Durchtritt durch die Hornt schon stark konvergirend auf Linse, welche die Konvergenz derselben soweit steigert, dass der Verigungspunkt der Strahlen auf die Netzhaut trifft (Fig. 210).

Fig. 210.



N Netzhaut, *FH* der hintere Brennpunkt der Hornhaut.

Die Mittelpunkte der einzelnen brechenden Flächen der meisten menschhen Augen weichen so wenig von der Augenaxe ab, dass wir das Auge unbeklich als ein centrirtes optisches System betrachten dürfen. Die Augene, die Axe dieses Systems centrirter optischer Flächen verläuft vom rnhautmittelpunkt zu einem Punkt zwischen gelbem Fleck und hnerveneintritt. Ziemlich bedeutenden individuellen Schwankungen

unterliegt nach dem directen Ergebniss der Messungen die Lage der **Kardinalpunkte** des Auges, sie erleiden auch noch bei dem Fern- sehen eine Aenderung. Ueber ihre Lage im normalen, fernsehende kann man im Allgemeinen Folgendes aussagen (HELMHOLTZ):

Der erste **Hauptpunkt** liegt dem zweiten sehr nah, also auch der erste **Knotenpunkt** dem zweiten. Die beiden **Hauptpunk** Auges liegen etwa in der Mitte der vorderen Augenkam die beiden **Knotenpunkte** sehr nahe der hinteren Fläche der **der zweite Brennpunkt liegt auf der Netzhaut** (Fig. 211).

Das optische Brechungsvermögen der wässerigen Feuchtigkeit des Mensch nach HELMHOLTZ im Mittel 1,3365, nach HIRSCHBERG, der nach analoger Methode 1,3374. Das des Glaskörpers fand Ersterer zu 1,3382, Letzterer zu 1,3360 und das der flüssigkeit zu 1,33705. KRAUSE fand nach einer anderen Methode für wässerige Fe 1,3420, für Glaskörper 1,3485. Die Werthe gelten für Zimmertemperatur, sie ernie für Blutwärme etwa um 0,001. Die Angaben E. CYON's über denselben Gegenstan sehr vollkommen mit denen HIRSCHBERG's überein. S. FLEISCHER findet das Brechung des Humor aqueus und des Corpus vitreum nicht wesentlich verschieden 1,336– $^{130}/_{77}$ (LISTING). Den Exponenten des Menschenauges nimmt er im Mittel zu 1,337 bei Blutwärme der Werth vermindert, so glaubt FLEISCHER für alle Wirbelthieraug stante 1,335 aufstellen zu können. Für die Linie D und Zimmertemperatur (d. h. gleichen Bedingungen wie bei seinen anderen Beobachtungen) fand er den Expo destillirtes Wasser zu 1,3340.

Zum Zweck der Rechnung wählte LISTING für die Constanten eines **schematisch Auges** möglichst abgerundete, den Messungen sich anschliessende Werthe. Er nim

Brechungsvermögen	1. Brechungsvermögen der Luft . . . .
	2. - - wässrigen Feuchtigkeit .
	3. - - Linse. . . . .
	4. - - Glaskörper . . . . .
Krümmungshalbmesser	5. Krümmungshalbmesser der Hornhaut . . . .
	6. - - vorderen Linsenfläche
	7. - - hinteren Linsenfläche
	8. Entfernung der vorderen Hornhautfläche und vor deren Linsenfläche . .
	9. Dicke der Linse . . . .

Er berechnete aus diesen Annahmen:

1. Der erste Brennpunkt liegt 12,832 mm von der Hornhaut, der zweit punkt 14,6470 mm hinter der Hinterfläche der Linse.

2. Der erste Hauptpunkt liegt 2,1746 mm, der zweite 2,5724 mm hint derfläche der Hornhaut, ihr gegenseitiger Abstand beträgt: 0,3978 mm.

3. Der erste Knotenpunkt liegt 0,7580 mm, der zweite 0,3602 mm vo terfläche der Linse.

4. Die erste Hauptbrennweite des Auges beträgt hiernach 15,0072 mm, 20,0746 mm.

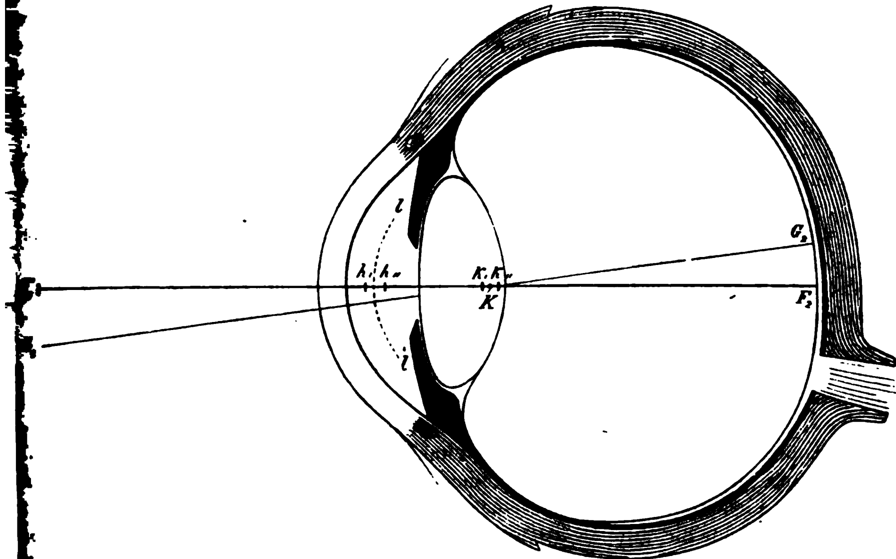
Das verschiedene Brechungsvermögen der durchsichtigen medien macht den Gang der Lichtstrahlen im Auge zu einem sehr mannigfalt stärksten werden die Strahlen zum Einfallsloth gebrochen, indem sie aus dem dünne der Luft in das relativ dichte der Hornhautsubstanz übergehen. Der Humor aque niedrigeres Brechungsvermögen als die Hornhaut, die Brechung ist daher in ihm eine andere. Indem die Strahlen von aussen nach innen aus den weniger dichte schichten in die dichteren Centralschichten eindringen, werden sie dem Einfallslo

…öchen, auf der zweiten Hälfte ihres Wegs dagegen aus der analogen Ursache vom Einfalls-…h weg, dann findet im Glaskörper wieder eine neue, die letzte Brechung statt. In der Linse …t sonach, wie schon mehrmals angemerkt, der Gang der Lichtstrahlen ein krummliniger.

In der nachstehenden Fig. 211 ist die Lage der Hauptpunkte h, $h_{,,}$, Knotenpunkte k, $k_{,,}$, …ennpunkte F_1 F_2 nach Listing verzeichnet. Das Listing'sche Schema stimmt mit den natür-…hen Verhältnissen so gut überein, als es bei der grossen Breite der individuellen Unter-…iede möglich erscheint.

Da die Haupt- und Knotenpunkte des schematischen Auges sehr nahe zusammen liegen, …kann man bei der Bestimmung des Ganges der Lichtstrahlen, ohne erhebliche Beeinträch-…ung der Genauigkeit, die beiden Haupt- und Knotenpunkte je in einen Punkt zusammen-…hen. Listing nennt das dadurch entstehende noch mehr vereinfachte Augenschema: das

Fig. 211.



…izontaldurchschnitt durch das rechte Menschenauge nach Helmholtz. Die obere Seite ist die Schläfen-, die untere die Nasenseite des Auges. G_1 G_2 Gesichtslinie; F_1 F_2 Axe.

…irte Auge. Der einfache Hauptpunkt dieses reducirten Auges liegt 2,3448 mm hinter der …erfläche der Hornhaut, der Knotenpunkt K 0,4764 mm vor der hinteren Linsenfläche, …Brennpunkte bleiben natürlich unverändert. Die Wirkung des reducirten Auges würde …einer brechenden Kugelfläche (ll, Fig. 211) entsprechen, deren Mittelpunkt der einfache …tenpunkt K ist, und deren Scheitel im einfach gedachten Hauptpunkt liegt, vor ihr be-…t sich Luft, hinter ihr wässrige Feuchtigkeit oder Glaskörpersubstanz. Der Krümmungs-…messer einer solchen Kugelfläche berechnet sich auf 5,1284 mm. Viele theoretische Be-…htungen, bei denen es nur auf Grösse und Lage der Bilder ankommt, werden durch …wendung des reducirten Schemas sehr erleichtert.

Wenn man, wie sehr häufig, weiss, dass scharfe Bilder auf der Netzhaut entworfen werden, …n es also nur darauf ankommt, den Ort des Netzhautbildes zu bestimmen, genügt die Kennt-… der Knotenpunkte. Nimmt man dazu der Einfachheit wegen nur einen Knotenpunkt …, so findet man das Bild, wenn man vom Object eine gerade Linie durch …n Knotenpunkt zur Netzhaut zieht; wo diese die Netzhaut trifft, ist der Ort des …des. Man nennt jede solche gerade Linie **Richtungslinie des Sehens** und bezeichnet den ein-…h gedachten Knotenpunkt als **Kreuzungspunkt der Richtungslinien**. Das vor der Hornhaut und

das hinter der Linse liegende Stück einer solchen Linie entspricht zugleich dem wahren W
des durch die Richtungslinie repräsentirten Lichtstrahles, den HELMHOLTZ Richtungsst
nennt; nur zwischen der vorderen Hornhautfläche und der hinteren Linsenfläche fällt, w
sich aus dem Obigen ergibt, der Richtungsstrahl nicht nothwendig mit der Richtungsli
zusammen.

Man bezeichnet den Richtungsstrahl, welcher die Mitte der Stelle des directen Seh
trifft, als **Gesichtslinie.** Die Augenaxe, deren Ende nach dem Obigen nicht auf die Netz
grube trifft, und die Gesichtslinie sind in ihrer Lage also nicht identisch. Vor dem A
weicht die Gesichtslinie nach innen und meist etwas nach oben von dem Auge ab, da
Netzhautgrube nach aussen und meist etwas nach unten von der Augenaxe liegt. In der F
ist $G_1 G_2$ = Gesichtslinie, $F_1 F_2$ = Axe. Die obere Seite der Figur ist die Schläfenseite,
untere die Nasenseite.

Zerstreuungsbilder auf der Netzhaut. — Von einem Punkte ausgehendes Licht b
det, wenn es durch die Pupille hindurchgetreten ist, im Auge einen Lichtkegel, des
Basis in der Pupille liegt. Die Kegelbasis hat, wie der Augenschein ergibt, die Gestalt
Pupille, ist also beim Menschen normal kreisrund. Der Kreuzungspunkt der Lichtstra
bildet die Spitze des Kegels, er ist gegen die Netzhaut zugewendet; fällt er vor die Netz
so divergiren von ihm aus die Strahlen wieder, so dass die Netzhaut selbst von einem k
förmigen Lichtbüschel getroffen wird. Das Bild des Punktes auf der Retina kann das
leuchtender Punkt sein, sondern er ist eine der grösseren Ausdehnung der Beleuchtung
sprechend lichtschwächere, leuchtende Kreisscheibe, mit um so grösserem Durchmesser
weiter vor der Retina der Kreuzungspunkt der Strahlen sich befindet. Liegt der Kreuz
punkt der Strahlen hinter der Retina, so wird diese ebenfalls von einem kegelförmigen Li
büschel getroffen, dessen Durchschnitt sich als eine um so grössere Kreisscheibe auf
Retina darstellen wird, je weiter der ideale Kreuzungspunkt der Strahlen hinter der Netz
liegt. Eine solche von dem Lichte eines leuchtenden Punktes ausserhalb des Auges bele
tete Kreisscheibe der Netzhaut nennt man Zerstreuungskreis, Zerstreuungsbild.
Kreisform kann durch eine Veränderung der Pupillarform verändert werden. Feinste Li
linien, welche wir als aus einer Reihe von Lichtpunkten zusammengesetzt betrachten kö
werden dadurch, dass sich von jedem dieser Punkte ein Zerstreuungskreis bildet, welche
streuungskreise sich theilweise decken, zu einem breiteren, lichtschwächeren, oben und
abgerundeten Lichtstreifen. Aus demselben Grunde bleibt bei gleichmässig hellen Fläc
im Zerstreuungsbilde die Mitte, wo sich die Zerstreuungskreise der Lichtpunkte vollko
decken, von gleicher Lichtstärke wie das scharfe Bild, nur die Ränder erscheinen verwa
und lichtschwach.

Accommodation.

Begriff der Accommodation. Nur diejenigen Objecte können deutlich gese
werden, welche ein scharf gezeichnetes Bild auf der percipirenden Fläche
Netzhaut entwerfen. Die Vereinigung homocentrischer Strahlen durch Brech
an kugelig gekrümmten Flächen, wie z. B. in der Camera obscura oder in d
Auge, findet, wie wir sahen, je nach dem Abstande des leuchtenden Punk
von den brechenden Flächen in verschiedenen Entfernungen hinter denselb
statt. Auf dem auffangenden Schirme der Camera obscura erscheinen daher
nach der Entfernung desselben von der Sammellinse nur Objecte deutlic
welche in bestimmter Entfernung von dem Instrumente abstehen, während a
dere Objecte, in anderer Entfernung stehend, mehr oder weniger undeutlic
verwaschene Zerstreuungsbilder darstellen. Die gleiche Erscheinung zeigt si
im Auge. Wir können mit dem Augenspiegel direct beobachten, dass, wen

tfernte Gegenstände deutliche Netzhautbilder entwerfen, gleichzeitig dem ge nah gelegene Objecte im Bilde undeutlich oder gar nicht erscheinen e. v. v.

Bei der Camera obscura können wir willkürlich, indem wir die Entfernung s auffangenden Schirmes von der brechenden Linse verändern, bald von na-n, bald von ferneren Objecten uns scharfe Bilder entwerfen lassen. Dasselbe in dadurch erreicht werden, dass wir, unter Beibehaltung der gegebenen fernung der brechenden Fläche von dem auffangenden Schirme, der brechen- Fläche eine passend gewählte stärkere oder schwächere Krümmung geben, p. in den Apparat stärker oder schwächer brechende Linsen einsetzen, da sen von stärkerer Krümmung das optische Bild in geringerer Entfernung ter sich entwerfen als solche mit schwächerer Krümmung.

Auch das Auge kann willkürlich durch Veränderung seiner optischen stanten, bald von näher, bald von ferner gelegenen Objecten scharfe Netz-tbilder entwerfen und dadurch bald diese, bald jene deutlich sehen. Auch r können wir mit dem Augenspiegel verfolgen, dass, wenn wir z. B. einen en Gegenstand fixiren, sein Bild scharf auf der Netzhaut und zwar auf der a centralis des gelben Flecks erscheint, während gleichzeitig entferntere cte sich undeutlich abbilden; richten wir dann willkürlich unsere Fixation ein entfernteres Object, so verschwimmt das vorhin scharfe Bild des nah genen, während das des entfernteren deutlich und scharf hervortritt. Wir erken dabei subjectiv, dass, wenn wir, nach der Betrachtung eines ent-ten Gegenstandes, unsere Fixation auf ein dem Auge näher gelegenes Ob-wenden, diese Veränderung des Fixationspunktes mit dem Gefühl einer ssen Anstrengung erfolgt, welches steigt mit der Annäherung des fixirten ctes an das Auge, endlich sind wir, von einem gewissen Punkte an, nicht r im Stande, deutlich zu sehen. Das Gefühl der Anstrengung fehlt, wenn von nahen Gegenständen ausgehend unsere Betrachtung entfernten zu-len.

Diese mit einer gewissen Anstrengung vor sich gehende rliche Veränderung des Auges, um bald nahe, bald entfernte nstände deutlich zu sehen, d. h. scharf auf der Netzhaut bilden, bezeichnet man als **Accommodation** des Auges für die fernung des Objects.

Die Entfernungen, zwischen welchen die Accommodation möglich ist, un-gen sehr bedeutenden individuellen Schwankungen. Den dem Auge nächst genen Punkt, für welchen noch scharf accommodirt werden kann, bezeich-man als Nahpunkt, den entferntesten als Fernpunkt des Auges oder Accommodation. Bei »normalen« (emmetropischen) Augen (cf. unten) pflegt Nahpunkt in 4 bis 5 Zoll Entfernung vor dem Auge zu liegen, der Fern-kt in sehr grosser, unendlicher Entfernung.

Von der Willkür der Accommodation und davon, dass Gegenstände in verschiedener Ent-ung vom Auge nicht gleichzeitig deutlich erscheinen, kann man sich leicht durch den uch überzeugen. Hält man vor ein normalsichtiges oder durch eine Brille corrigirtes , in etwa 6 Zoll Entfernung, während das andere Auge geschlossen ist, einen durchsich-Schleier oder ein Drahtnetz, und hinter diesem in grösserer Entfernung, in welcher aber uchstaben noch deutlich erscheinen (etwa 2 Fuss), ein offenes Buch, so kann man, ohne ichtung des Auges zu verändern, willkürlich bald die Buchstaben des Buchs, bald die

Fäden des Gewebes deutlich sehen. Die Buchstaben sind undeutlich, während man den des Schleiers deutlich sieht; fixirt man dagegen die Buchstaben, so erscheint der nur als eine leichte, gleichmässige Verdunkelung des Gesichtsfeldes. Hierbei beobac auch gut das subjective Gefühl der Accommodationsanstrengung.

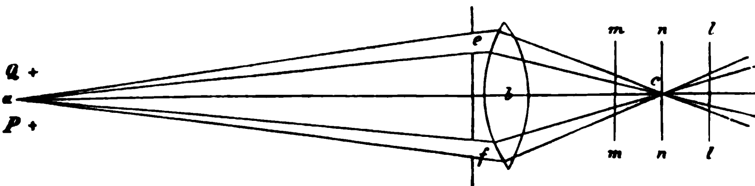
Accommodationslinie. — Die Angabe, dass wir verschieden entfernte Obje gleichzeitig deutlich sehen können, bedarf einer Einschränkung. Für sehr ferne Obje sich die Entfernung des Objectes sehr beträchtlich ändern, ohne dass die Entfer optischen Bildes von den Hauptpunkten des Auges eine merklich verschiedene wird. Auge für unendliche Entfernung accommodirt, so sind die Zerstreuungskreise auch fi bis zu etwa 12 m Entfernung vom Auge immer noch so klein, dass sie keine merk deutlichkeit des Bildes bedingen. Anders ist es, wenn das Auge für einen nahen G accommodirt ist, dann erscheinen Gegenstände schon in sehr kleinen Abständen hinter jenem undeutlich. J. Czermak hat den Abschnitt der Gesichtslinie, in welche einem gegebenen Accommodationszustande des Auges ohne merkliche Undeutlichke nenden Objecte liegen, als Accommodationslinie bezeichnet. Die Accommod ist um so länger, je grösser der Abstand der gleichzeitig gesehenen Objecte vom Au wird für einen unendlich grossen Abstand unendlich gross. Man kann sich davon sc einen Blick in eine ferne Landschaft überzeugen. Helmholtz räth, eine Nadel etwa vor einer bedruckten Papierfläche aufzustellen. Fixirt man die Nadel in der Näh scheinen die dahinter stehenden Buchstaben undeutlich, sie nehmen bei fortgese trachten der Nadel an Deutlichkeit zu, je weiter man das Auge von Nadel und Papie (cf. unten Optometer).

Visiren. — Die Möglichkeit zu visiren beruht darauf, dass die Zerstreuungskre Gegenstände sehr klein sind, wenn das Auge für andere ferne Gegenstände accom wir können daher erkennen, ob verschieden entfernte Punkte an einer Stelle des feldes liegen. Streng genommen erscheint nur immer einer der beim Visiren be Punkte scharf, die anderen in grösseren oder kleineren Zerstreuungskreisen. Wi dann eine genaue Deckung zweier Punkte an, wenn der deutlich gesehene in de Zerstreuungsbildes des andern liegt. Die Linie, welche wir durch zwei sich decke ziehen können, heisst Visirlinie. Die Visirlinien kreuzen sich in einem Punkte dem Kreuzungspunkt der Visirlinien, es ist das der Mittelpunkt des vo haut entworfenen Bildes der Pupille.

Der Scheiner'sche **Versuch** dient zur Erklärung der hier obwaltenden Verhältnis man durch ein Kartenblatt mit einer Nadel zwei Löcher, deren Entfernung vo geringer ist als der Durchmesser der Pupille, und fixirt nun durch die beiden Löcher Linie, z. B. eine Nadel, die man vor den hellen Hintergrund des Fensters hält (und tikal, wenn die Löcher des Kartenblattes horizontal neben einander liegen und u so erscheint die Nadel einfach, fixirt man dagegen einen näheren oder ferneren G so erscheint sie doppelt. Verdeckt man die eine Oeffnung des Kartenblatts, so w Falle, dass die Nadel einfach ist, nur das Gesichtsfeld etwas dunkler. Sieht man hi Nadel doppelt, so verschwindet bei dem Verschliessen des einen Loches das eine d bilder, und zwar verschwindet, wenn man ein ferneres Object als die Nadel linke Bild der Nadel beim Verschliessen des rechten Loches, hat man aber da ein näheres Object accommodirt, so verschwindet das rechte Bild beim Versch rechten Loches, e. v. v. Der Versuch gelingt am leichtesten, wenn man zwei Na einander vor einem hellen Hintergrund aufstellt, die eine etwa in 6 Zoll, die ander Entfernung, die eine horizontal, die andere vertikal. Fixirt man nun die eine, so die Doppelbilder der andern. Man muss dabei die Löcher des Kartenblattes quer Richtung der Nadel stellen, welche doppelt erscheinen soll. Macht man 3 Löcher i tenblatt, alle drei nahe genug an einander, um gleichzeitig vor die Pupille gebra zu können, so erscheinen entsprechend 3 Bilder der Nadel.

Man kann zur Erklärung dieser Versuche ganz entsprechende Beobachtungen an Glaslinsen anstellen (Fig. 212). Es sei in der Figur *b* eine Sammellinse, vor welcher ein dunkler Schirm mit zwei Oeffnungen, *e* und *f*, angebracht ist; *a* sei ein leuchtender Punkt und *c* der Vereinigungspunkt für seine Strahlen hinter der Linse. Es werden sich also alle Strahlen der beiden Strahlenbündel, welche durch die beiden Oeffnungen des Schirmes *e* und *f* gehen, im Punkte *c* schneiden, und ein auffangender Schirm, welcher in *c* aufgestellt ist, wird nur eine Stelle als Bild des Lichtes zeigen; steht der Schirm dagegen vor dem Vereinigungspunkte in *mm*, oder hinter ihm in *ll*, so wird er die den beiden Oeffnungen entsprechenden Strahlenbündel gesondert auffangen und zwei helle Stellen zeigen. Denkt man sich an Stelle der Glaslinse die brechenden Medien des Auges, statt des Schirms die Retina, so ergibt sich analog, dass nur ein Punkt der Retina vom Licht getroffen wird, wenn ihre Fläche durch den Vereinigungspunkt der Strahlen geht, zwei Punkte dagegen, wenn sich die Netzhaut vor oder

Fig. 212.



hinter dem Vereinigungspunkt der Strahlen befindet. Die Stellung des Schirmes in *mm* entspricht dem Falle, wo das Auge für einen ferneren, die in *ll*, wo es für einen näheren Gegenstand accommodirt ist. Es zeigt sich nur ein scheinbarer Widerspruch. Verdeckt man bei dem Versuch mit der Glaslinse die obere Oeffnung *e* des durchbrochenen Schirmes, so verschwindet bei der Stellung des Schirmes in *m* das gleichseitige obere Bild, während bei dem fernsehenden Auge das entgegengesetzte Bild verschwindet. Bei der Stellung des Schirmes in *l* verschwindet umgekehrt bei der Glaslinse das entgegengesetzte, in dem nahsehenden Auge dagegen das gleichseitige Bild. Der scheinbare Widerspruch rührt daher, dass, wie wir wissen, die Netzhautbilder stets umgekehrt sind, es entspricht also einem tiefer liegenden Gegenstande im Gesichtsfelde ein höher stehendes Bild auf der Netzhaut. Wird daher die in *m* stehende Netzhaut an zwei Stellen vom Licht getroffen, so schliesst der Sehende von dem oberen Punkte auf einen im Gesichtsfeld unterhalb des wirklich leuchtenden Punktes bei *P* liegenden Gegenstand, und aus dem unteren Punkte auf einen oberhalb bei *Q* liegenden. Wird die Oeffnung *e* verdeckt, so verschwindet demnach der obere helle Punkt auf der Netzhaut, und der Experimentirende glaubt deshalb den Gegenstand *P* verschwinden zu sehen, der der verdeckten Oeffnung entgegengesetzt ist. In analoger Weise löst sich der scheinbare Widerspruch beim Fixiren eines nahen Gegenstandes (Helmholtz).

Wirkung eines engen Diaphragma. — Die Accommodation kann durch künstliche Verengerung der Pupille unterstützt werden. Bringt man einen Schirm mit enger Oeffnung vor das Auge, so kann man nun Gegenstände deutlich sehen, für welche man das Auge nicht accommodiren kann. Die Grundfläche des in das Auge eindringenden Strahlenkegels ist der engen Oeffnung entsprechend kleiner, und im gleichen Verhältnisse alle seine übrigen Querschnitte, also auch der Zerstreuungskreis auf der Netzhaut. Ebenso wirkt erfahrungsgemäss eine wirkliche Verengerung der Pupille selbst.

Mechanismus der Accommodation. Bei der Accommodation treten eine Reihe von Veränderungen im Auge ein, auf denen die Fähigkeit des Auges, sein optisches Brechungsvermögen verschiedenen Entfernungen anzupassen, beruht. Im Wesentlichen gipfeln diese Veränderungen in einer Veränderung der Linsenkrümmung, womit das Gesammtbrechungsvermögen des Auges steigt

und fällt und daher in das Auge einfallende homocentrische Strahlen oder ferner hinter der Linse zur Vereinigung kommen. Die Netzhaut, dem auffangenden Schirme in der Camera obscura entspricht, braucht nicht, wie in dem oben beschriebenen Versuche mit der Camera, ihren von den brechenden Flächen zu verändern, da sich der Entfernung der Objecte die Linsenkrümmung, in den oben angegebenen Grenzen, so zupassen vermag, dass scharf gezeichnete Bilder auf der Netzhaut en werden.

Folgende Veränderungen treten im Auge bei der Accommodation Nähe ein (Helmholtz):

1. Die Pupille verengert sich bei der Accommodati die Nähe, erweitert sich bei der für die Ferne.

Diese Veränderung ist, da sie leicht zu beobachten ist, am längsten bekannt merkt sie an jedem Auge, welches man abwechselnd einen nahen und einen in Richtung fern liegenden Gegenstand betrachten lässt, wenn die Pupille nur nicht zu starkes Licht dauernd verengt wird. Der Erfolg ist S. 839 angegeben.

2. Der Pupillarrand der Iris und die Mitte der vo Linsenfläche verschieben sich bei eintretender Accom tion für die Nähe etwas nach vorn.

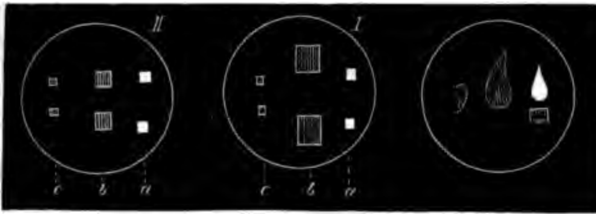
Um dies zu beobachten, wähle man nach Helmholtz einen scharf bestimm Fixationspunkt und stelle als nähern eine Nadelspitze hin. Der Beobachtete schliess Auge und bringt das andere in eine solche Stellung, dass die Nadelspitze ihm d Fixationspunkt genau deckt. Das Auge darf diese Stellung nicht verlassen und nic lich liegende Gegenstände abschweifen, weil es bei diesem Versuche wesentlich a kommt, dass die Richtung des Auges nicht verändert wird. Der Beobachter ste dass er die Hornhaut des beobachteten Auges von der Seite und etwas von hinten dass er die schwarze Pupille dieses Auges etwa noch zur Hälfte vor dem Hornha Sclerotica hervorragen sieht, so lange das beobachtete Auge in die Ferne blickt. N den näheren Gegenstand, die Nadelspitze, fixiren; sogleich wird er bemerken, schwarze Oval der Pupille und auch ein Theil des ihm zugekehrten Irisrandes vo rotica sichtbar werden. Dass die vordere Linsenfläche stets dicht hinter der Pup also mit ihr vorrückt, ist oben erwiesen.

3. Die vordere Fläche der Krystalllinse wird gew beim Nahesehen, flacher beim Sehen in die Ferne.

Man kann das an der Grössenveränderung der Sanson'schen Bildchen drei Spiegelbildchen eines Lichtes im Auge beobachten, von welchen das erste von haut, das zweite von der Vorderfläche der Linse, das dritte von der Hinterfläche gespiegelt werden. Ein convexer Spiegel gibt, wie wir sahen, unter sonst gl ständen desto kleinere Bilder, je kleiner sein Radius ist; wenn sich eine der s Flächen des Auges bei dem Sehen in der Nähe stärker krümmt, so muss ihr Spieg kleiner werden. Man kann eine Grössenabnahme an dem verwaschenen und licht Spiegelbilde der Vorderfläche der Linse deutlich beobachten, wenn man in eine Zimmer eine stark leuchtende Lampenflamme in das Auge fallen lässt. Helmho dieser Beobachtung nicht eine, sondern zwei etwa gleichhelle Lichtquellen ihre Auge entwerfen zu lassen, am einfachsten so, dass man durch zwei über einande Löcher eines Schirmes je ein Licht scheinen lässt. Jede der drei genannten Augen flectirt dann zwei helle Bilder, und man sieht leicht und deutlich, wie die de

insenfläche angehörigen sich verkleinern und einander nähern, wenn das Auge in die Nähe, seinander treten, wenn es in die Ferne sieht (Fig. 213).

Fig. 213.



Reflexe zweier rechtwinkeliger Lichtpunkte (Löcher eines Schirmes). I. Beim Fernsehen. II. Beim Nahesehen. Die Reflexe entsprechen denen von einer Flamme.

Reflexe einer Flamme im Auge. I. Reflexe an der Hornhaut, II. an der vorderen Linsenfläche, aufrecht vergrössert, III. an der hinteren Linsenfläche, verkehrt verkleinert.

Diese Verkleinerung rührt nicht etwa nur von dem Nachvornerücken der Linsenfläche r, welche freilich das Bildchen auch etwas verkleinert. Der Rechnung nach kann die Vereinerung aus dieser Ursache nur äusserst unbedeutend sein im Vergleich mit der wirklich obachteten.

4. Es ist weiter der Nachweis geführt, dass sich auch das Bildchen der intern Linsenfläche beim Nahesehen etwas verkleinert, wobei er scheinbare Ort der hinteren Linsenfläche nicht merklich verändert ird. Es nimmt also auch die Krümmung der hinteren Linsenfläche beim hesehen zu, aber nur in geringem Grade.

Da die vordere Fläche der Linse vorrückt, die hintere aber dabei ihren Ort cht verlässt, so ergibt sich, dass die Linse beim Nahesehen in der itte dicker wird. Da dabei eine Volumensänderung nicht möglich ist, so ssen wir daraus schliessen, dass sich die Durchmesser ihrer Aequarialebene verkürzen, dass ihr Umfang kleiner wird, während ir Dickendurchmesser zunimmt.

Durch die stärkere Wölbung der Linsenflächen bei der Acmmodation für die Nähe wird ihre Brennweite verkürzt; ihre auptpunkte verschieben sich gleichzeitig nach vorn, theils gen des Vorrückens der vorderen Fläche der Linse, theils weil die vordere che im Verhältniss zur hinteren sich stärker wölbt. Dadurch werden e durch die Brechung an der Hornhaut schon konvergent auf e Linse fallenden Strahlen äusserer leuchtender Punkte frür zur Vereinigung gebracht, als dies in dem in die Ferne senden Auge der Fall ist. Die Grösse der Linsenveränderung icht aus zur Erklärung der Accommodationsbreite des lebenn Auges.

Bei einem Fall totaler acquirirter Irideremie beobachtete Hjortjort, dass bei der Accomdation für die Nähe die Ciliarfortsätze unter gleichzeitiger Schwellung vorrücken, während in dem Zonularraum keine Aenderung bemerkte.

Andere Veränderungen an den brechenden Theilen des Auges zum Zwecke der Accomodation sind bisher am Auge nicht mit Sicherheit festgestellt worden. Man hat früher anommen, dass die Hornhautkrümmung bei der Accommodation sich ändere, die genauesten essungen mit Hülfe des Ophthalmometers haben diese Meinung widerlegt.

Helmholtz bestimmte die Verschiebung des Pupillarrandes der Iris, d. h. der Vorderfläche der Linse, nach vorn beim Nahesehen in zwei Fällen. Auch die Krümmungshalbmesser der vorderen Linsenfläche bei Fern- und Nahesehen bestimmte er bei denselben beiden Augen:

	Krümmungshalbmesser der vorderen Linsenfläche		Verschiebung der Pupille bei Accommodation
	fernsehend:	nahesehend:	für die Nähe:
Auge I.	11,9	8,6	0,36
- II.	8,8	5,9	0,44

Die am Auge eintretenden Veränderungen der optischen Konstanten und Kardinalpunkte bei der Accommodation für Ferne und Nähe stellt Helmholtz in folgender Tabelle zusammen, für ein schematisches Auge, das sich von dem Listing'schen schematischen nur dadurch unterscheidet, dass die Linsenfläche etwas nach vorn gerückt und die Linse etwas dünner angenommen ist. Das Brechungsvermögen der gläsernen und wässerigen Feuchtigkeit ist wie bei Listing $^{103}/_{77}$, das der Krystalllinse $^{16}/_{11}$. Als Ort eines Punktes ist seine Entfernung von der vorderen Hornhautfläche angegeben.

	Accommodation für die Ferne:	Accommodation für die Nähe:
Angenommen:		
Krümmungsradius der Hornhaut	8	8
- - vorderen Linsenfläche	10	6,0
- - hinteren Linsenfläche	6,0	5,5
Ort der vorderen Linsenfläche	3,6	3,2
- - hinteren Linsenfläche	7,2	7,2
Berechnet:		
Vordere Brennweite der Hornhaut	23,692	23,692
Hintere - - -	31,692	31,692
Brennweite der Linse	43,707	33,785
Abstand des vorderen Hauptpunkts der Linse von der vorderen Fläche	2,1073	1,9745
Abstand des hintern von der hintern	1,2644	1,8100
Abstand der beiden Hauptpunkte der Linse von einander	0,2283	0,2153
Des Auges hintere Brennweite	19,875	17,756
- - vordere Brennweite	14,858	13,274
Ort des vorderen Brennpunktes	12,918	11,241
- - ersten Hauptpunktes	1,9403	2,0330
- - zweiten Hauptpunktes	2,3563	2,4919
- - ersten Knotenpunktes	6,957	6,515
- - zweiten Knotenpunktes	7,373	6,974
- - hinteren Brennpunktes	22,231	20,248

Nimmt man an, dass der Fernpunkt des schematischen Auges in unendlicher Ferne liegt, so würde die Netzhaut in der Axe des Auges 22,231 mm von der vorderen Hornhautfläche entfernt sein; bei der Accommodation für die Nähe würde ein Gegenstand deutlich gesehen werden, welcher 118,85 mm vor dem vorderen Brennpunkte, oder 130,09 mm vor der Hornhaut liegt, was der Accommodationsbreite eines normalen Auges entspricht.

Die Entdeckung Brücke's hat uns in dem Musculus tensor choroideae oder ciliaris (Brücke'scher Muskel) den Accommodationsmuskel kennen gelehrt, durch die Thätigkeit dieses Muskels treten die wesentlichen Accommodationsveränderungen an der Linse des Auges ein. Cramer und Donders zeigten, dass man durch electrische Reizung des Accommodationsmuskels, die man an ausge-

ittenen Augen (junger Seehunde) von beiden Seiten der Hornhaut einwirlässt, die Accommodationsänderung im Auge künstlich hervorrufen kann.

Nach dem oben Gesagten (S. 819) ist die Linse in dem Auge so befestigt, sie im ruhenden, fernsehenden Zustand des Auges durch das an ihrem Rand stigte Ligamentum suspensorium lentis, die Zonula Zinnii, gedehnt wird. :h die Dehnung in den Aequatorialdurchmessern wird die Axe der Linse ürzt, ihre Flächen werden entsprechend abgeflacht. Durch Zug an der Zokann man an ausgeschnittenen Augen sich von dieser Wirkung der Zonuannung leicht überzeugen, und, wie schon erwähnt, wölbt sich die aus : Befestigung gelöste Linse unter der Wirkung ihrer eigenen Elasticität ter. Die Wirkung der Contraction des Ciliarmuskels besteht der Hauptsache in einer Verminderung der Spannung der Zonula und damit Linse, wodurch unter der Wirkung ihrer eigenen Elasticität die Linse stärker krümmt (HELMHOLTZ). Die Spannungsverminderung der ıla kommt so zu Stande, dass durch die Contraction der meridionalen Fasern Ciliarmuskels die Zonula nach vorne gegen den Linsenrand zu gezogen l, gleichzeitig wird durch die Contraction der Circularfasern die hintere ıbare Wand des SCHLEMM'schen Canals, an der der Muskel sich befestigt, innen gezogen, der Canal dadurch erweitert und die Zonula auch in der tung von aussen nach innen abgespannt.

Durch die alleinige Wirkung der eigenen Elasticität der Linse würden sich beide nflächen gleichmässig stärker wölben müssen. Das ist, wie wir sahen, für die hintere he der Linse nicht der Fall. Ihre Krümmung ist beim Nahesehen nur in geringem se vermehrt und ihr Mittelpunkt verändert seinen Ort gar nicht. Das kann durch die hme mit der gegebenen Erklärung in Einklang gebracht werden, dass durch eine ere Ursache die hintere Linsenfläche bei der Accommodation gleichzeitig eine Abıung erfährt. CRAMER und DONDERS hatten das ganze Phänomen der Accommodation ch erklären wollen, dass durch den Zug der damals allein bekannten meridionalen Fales M. Ciliaris die Aderhaut (und Iris) gegen den Glaskörper angepresst werden, woein Druck auf die Linse ausgeübt werde, von welchem Druck nur die Mitte der vorLinsenfläche hinter der Pupille befreit bleibe. Durch einen solchen Druck auf die hineite und die Ränder der Linse kann die Vorderfläche der Linse etwas nach vorn gewölbt n, die Hinterfläche dagegen wird dadurch abgeflacht. Diese Wirkung verbindet sich r oben auseinander gesetzten, so dass daraus eine etwas stärkere Wölbung der Vorderund eine relative Abflachung der Hinterfläche der Linse resultirt, wodurch obachteten Verhältnisse vollkommen erklärt werden. HENSEN und VÖLKERS reizten an von Hunden, Katzen, Affen, sowie an frisch herausgeschnittenen Augen vom Menschen liarnerven electrisch und beobachteten dabei die für den Beweis der eben auseinanderten Annahme nothwendige Verschiebung der Choroidea nach vorne. Auch ADAMCIK sah m Katzenauge die von den beiden Autoren angegebenen Choroidealbewegungen, wenn ıur beschränkt, auftreten.

er Entdecker der Circularfasern des BRÜCKE'schen Muskels, H. MÜLLER, hat die namentrüher vielfach von Physiologen und Ophthalmologen angenommene Meinung ausgeıen, dass die Contraction dieser Fasern einen Druck auf die Ciliarfortsätze ben, und dass dieser Druck sich auf den Rand der Linse fortsetzen ıe, wodurch diese stärker gewölbt würde. HELMHOLTZ bezweifelt, dass die fortsätze im lebenden Auge prall genug mit Blut gefüllt sind, um einen merklichen Druck e Linse auszuüben.

ielfältig hat man angenommen, dass bei der Accommodation auch eine Verrückung der

Netzhaut durch eine Verlängerung resp. Verkürzung des Augapfels eintreten. Verlängerung soll z. B. durch den gleichzeitigen Druck aller vier Augenmuskeln auf den bus erfolgen können. Die Untersuchungen von HELMHOLTZ, DONDERS, KNAPP scheinen d Annahme wenigstens für normale Augen unnöthig und unwahrscheinlich zu machen.

Die Annahme einer wesentlichen Beihülfe der Iris zur Accommodation ist durch Beobachtung an Augen mit gelähmter oder ganz entfernter Iris (A. v. GRÄFE), bei denen Accommodation sich ungeschwächt zeigte, widerlegt, doch scheint der hier und da beobach geringe Grad von Accommodation bei Staaroperirten (ohne Linse) auf der änderlichen Pupillenweite und der dadurch erfolgenden Verkleinerung der Zerstreuungsk zu beruhen (cf. S. 839).

Verschiedenheiten in der Refraction und Accommodation der Augen.

1. Modification in der Refraction der Augen.

Die Accommodation für den Fernpunkt des Auges, mit anderen Worten grösste Sehweite entspricht dem Ruhezustand des Auges. D rührt es, dass sich das Auge für seinen Fernpunkt bleibend bei Lähmung Accommodationsmechanismus einstellt, mag diese Lähmung nun physiologi durch die Altersveränderung des Auges oder künstlich durch Belladonna pathologisch durch Paralyse des Nervus oculomotorius erfolgen.

Als normale Lage des Fernpunktes betrachtet man die unendliche Entfernung. Augen, bei denen das der Fall ist, vereinigen also bei der Ruhe der Accommodation parallele Strahlen auf der Netzhaut, die Netzhaut be sich in der Brennebene des Auges. DONDERS bezeichnet solche Augen als em tropische Augen (von ἔμμετρος = modum tenens), um der Vieldeu der Bezeichnung normale oder normalsichtige Augen zu entgehen. Em tropische Augen können an den mannigfaltigsten Fehlern leiden, sie brau durchaus nicht immer normal zu sein. Ausser den parallelen Strahlen k emmetropische Augen vermöge der Accommodation auch mehr oder we divergente Strahlen auf der Netzhaut vereinigen.

Augen, welche in der Ruhelage der Accommodation für divergente Str eingestellt sind, deren Fernpunkt also zwar vor ihnen, aber nicht in un licher Entfernung liegt, bezeichnet man als brachymetropische oder dem alten Namen als myopische, kurzsichtige Augen, sie können mit Hülfe der Accommodation nur divergente Strahlen auf der Netzhaut Vereinigung bringen.

Augen, welche in der Ruhe für konvergente Strahlen accommodirt heissen hypermetropische, überweitsichtige Augen. Sie kö mit Hülfe der Accommodation ausser den konvergenten, auch parallele selbst divergirende Strahlen auf der Netzhaut vereinigen.

Die brachymetropischen Augen können ohne Accommodation und ohne nahe Gegenstände scharf sehen, die hypermetropischen Augen müssen dag vorausgesetzt dass sie sich keiner Brille bedienen, jedesmal, wenn sie ein r Object betrachten wollen, eine Accommodationsanstrengung machen. Dab werden meist sehr störende Ermüdungserscheinungen des Auges herbeigef

die man vor der Entdeckung der relativen Häufigkeit der zu Grunde liegenden Refractionsanomalie durch DONDERS als Asthenopie bezeichnete, ein Leiden, dem der Arzt früher hülflos gegenüber stand, und welches er jetzt so leicht wie Kurzsichtigkeit durch ein passendes (convexes) Brillenglas zu heben gelernt hat.

Man glaubte annehmen zu dürfen, dass der Grund der Accommodations-Eigenthümlichkeiten der Augen in verschiedener Krümmung der lichtbrechenden ...chen des Auges beruhe. DONDERS konstatirte (cf. oben Hornhaut), dass diesen ...ständen keine konstanten Krümmungsverhältnisse der Hornhaut oder Linse entsprechen. Der Grund der Abweichung liegt vielmehr in der verschiedenen Länge der Augenaxe, welche bei der brachymetropischen länger, bei der hypermetropischen dagegen kürzer ist, als bei den emmetropischen Augen. Bei dem letzteren beträgt die Länge der Augenaxe nach den directen Messungen von O. BECKER 23,86 mm, von HIRSCHBERG 23,75, also von der Vorder...che der Hornhaut bis zur lichtempfindenden Schicht etwa 23 mm. HIRSCH...G mass die Länge der Axe bei einem im Leben als hypermetropisch bestimmten ...ge nach der Enucleation = 23 mm, also wesentlich kürzer als bei dem emme...pischen Auge. Die grössere Länge myopischer Augen ist mehrfach gemessen ...rden. Durch diese Verschiedenheit in der Länge der Augenaxe kommt bei ... kurzsichtigen Augen die Netzhaut bei der Ruhelage der Accommodation ...nter die Brennebene der brechenden Augenmedien zu liegen, die Strahlen, ...lche von fernen leuchtenden Punkten ausgehen, schneiden sich also schon ...r der Netzhaut, diese wird daher nur von einem Zerstreuungskreis, gebildet ... den nach der Vereinigung wieder divergirenden Strahlen, getroffen. Ein ...ches Auge kann nur nähere Gegenstände, deren Bild hinter der Brennebene ...worfen wird, ohne Brille genau wahrnehmen. Umgekehrt ist es bei den ...permetropischen Augen, bei denen die Netzhaut bei mangelnder Accommo...tion vor der Brennebene des Auges zu stehen kommt. Bei einem solchen ...ge schneiden sich ohne Accommodation schon die von unendlich entfernten ...chtenden Objecten ausgehenden, parallelen Strahlen hinter der Netzhaut ...d entwerfen auf ihr, also noch konvergirend, ein Zerstreuungsbild; noch in ...erem Maasse gilt das Gesagte für divergente, von näher am Auge gelegenen ...ecten ausgehende Strahlen. Ohne Accommodation können auf der Netzhaut ...r nur konvergente Strahlen zur Vereinigung kommen, da nur von solchen ... Vereinigungspunkt vor der Brennebene liegt. Von keinem endlich oder un...dlich weit entfernten Objecte können solche Strahlen ausgehen, die betreffen...n Augen sind daher in der Ruhe, wie man sich auszudrücken pflegt, für ...ahlen von jenseits unendlich eingerichtet. Durch Sammellinsen können ...er bekanntlich sowohl parallele als divergente Strahlen in beliebigem Grade ...nvergent gemacht werden (cf. Brillen für Hypermetropie).

Bei hochgradig kurzsichtigen Augen buchtet sich in der Folge der hinterste Theil der ...lerotica nach hinten aus: Staphyloma posticum, wodurch auch die Netzhaut weiter ...ch hinten gerückt, die Augenaxe noch weiter verlängert wird. Es ist beachtenswerth, dass ...e Ausbildung dieses Zustandes durch Accommodationsanstrengungen begünstigt wird.

Nach W. STAMMESHAUS sind die emmetropischen Augen nur für eine gewisse mittlere, die ...akula umgebende Zone wirklich emmetropisch, unter einem Winkel von etwa 50° zur Ge-

sichtslinie werden sie ziemlich plötzlich hypermetropisch. Aehnliche Verhältnisse zeige myopische Augen, deren Myopie im peripherischen Theil der Netzhaut zunimmt; bei H metropen findet sich dagegen nur eine geringfügige Steigerung der Hypermetropie.

2. Modificationen in der Accommodation der Augen.

Auf den ersten Blick scheint ein emmetropisches Auge, dessen Fern in unendlicher Entfernung, und dessen Nahepunkt etwa in 6 Zoll Entfer von dem Auge liegt, eine viel weitere Grenze der Accommodation zu be als ein brachymetropisches Auge, das seinen Fernpunkt etwa 6 Zoll, de punkt dagegen nur 3 Zoll vom Auge besitzt. Konsequenter Weise müsste dann wohl hypermetropische Augen, deren Fernpunkt noch, wie man zu pflegt, jenseits, z. B. 12 Zoll jenseits unendlich liegt, d. h. ein Auge, w so stark konvergirende Strahlen, dass sie sich ohne Dazwischenkunft bre der Medien schon 12 Zoll hinter dem Auge schneiden würden, in der Acc dationsruhe noch auf der Netzhaut vereinigt, während der Nahepunkt ni bis in unendliche, sondern sogar bis in endliche Entfernung etwa 12 Z das Auge heranrücken kann, als die stärksten in Beziehung auf die Acc dation bezeichnen.

Gegen diesen Anschein beweist die nähere Betrachtung, dass das Acc modationsvermögen der beispielsweise gewählten drei Augen, von das eine von Unendlich bis auf 6 Zoll vom Auge, das andere von 6 Zoll b 3 Zoll, das dritte von 12 Zoll jenseits unendlich bis auf 12 Zoll diesseits lich vom Auge zu accommodiren vermag, gleich ist.

Wenn wir vor das beispielsweise gewählte myopische Auge eine Co linse (Brille) von 6 Zoll Brennweite setzen, welche ihm unendlich Gegenstände deutlich zu sehen erlaubt, da sie die parallelen Strahlen so als kämen sie von 6″ Entfernung, so zeigt es sich, dass dasselbe Auge m der Brille nun auch, wie das emmetropische Auge von unendlich bis accommodiren kann. Die genannte Linse von 6″ negativer Brennweite e nämlich von Objecten, die 6″ hinter ihr liegen, ein virtuelles Bild in 3 Zo fernung, für welche sich also das supponirte myopische Auge accommodiren

Wir dürfen also die Accommodationsbreite zweier verschiedener Auge unmittelbar nach dem Abstand ihres Fernpunkts vom Nahepunkt mit ei vergleichen, die Vergleichung ist nur möglich, wenn die Augen durch passe wählte Linsengläser (Brillen) erst auf gleichen Refractionszustand gebrach

Bezeichnen wir die Entfernung des Fernpunktes eines gegebenen vom ersten Knotenpunkt mit F, die des Nahepunktes mit N und mit A d fernung des nächsten Punktes, für den das mit einer Linse von der ne Brennweite F versehene Auge sich noch accommodiren kann, so ist

$$\frac{1}{A} = \frac{1}{N} - \frac{1}{F}$$

Die Grösse $\frac{1}{A}$ wird nach DONDERS als das Maass der Accom tionsbreite benutzt.

Die Einheit dieses Accommodationsmaasses ist also Eins dividirt du Längenmaass, wozu man bisher, den Brillennummern entsprechend, ent Pariser oder Preussische Zoll wählte.

So haben also gleiche Accommodationsbreite von ein Sechstel $\left(\frac{1}{6}\right)$ 1) ein emmetropisches Auge, dessen Sehweite von 6 Zoll bis Unendlich geht $\frac{1}{6} - \frac{1}{\infty} = \frac{1}{6}$; 2) ein myopisches, dessen Sehweite von 3—6 Zoll geht $\frac{1}{3} - \frac{1}{6} = \frac{1}{6}$; 3) ein hypermetropisches, dessen Sehweite von + 12 bis — 12 geht $\frac{1}{12} - \left(-\frac{1}{12}\right) = \frac{1}{6}$. Die Brennweite der Convexgläser wird negativ genommen.

Presbyopie. Die Grösse der Accommodation $\left(\frac{1}{A}\right)$ nimmt mit zunehmendem Alter kontinuirlich ab. Bei ganz oder nahezu emmetropischen Augen erfolgt es annähernd proportional den Jahren. Im 10. Lebensjahre liegt der Nahepunkt nach DONDERS normal in $2^2/_3$ Zoll, im 23. in 4, im 40. in 8 und von Anfang der Fünfziger in 12 Zoll, d. h. in einer Entfernung, in welcher die Netzhautbilder sehr kleiner Objecte schon so klein werden, dass sie nur schwer kennbar sind. Im 60. Jahr ist der Nahepunkt auf 24 Zoll hinausgerückt, im . hat er die unendliche Entfernung erreicht, und kann noch über dieselbe ausgehen. Die Accommodation ist dann meist gleich Null. Vollkommener r wenigstens fast vollkommener Verlust der Accommodationsfähigkeit tritt im eren Lebensalter regelmässig ein, für diesen Zustand reservirt DONDERS die ere Bezeichnung Presbyopie. Im höheren Alter, etwa vom 50. Jahre an, kt auch der Fernpunkt des Auges etwas hinaus; so kommt es, dass im Alter her emmetropische Augen zu hypermetropischen, schwach myopische dagegen emmetropischen werden können.

Es scheint, dass diese allmälige Verminderung der Accommodationsbreite mit zunehmen- n Alter davon abhängt, dass im Alter die Festigkeit der äusseren Schichten der Krystall- e zunimmt, wodurch die Linse weniger nachgiebig wird, während gleichzeitig die Con- ctilität des Accommodationsmuskels, wie die aller Muskeln, abnimmt.

Bei dem Sehen in die Nähe tritt gleichzeitig Konvergenz der Augenaxen ein. hält unwillkürlich eine bestimmte Verbindung zwischen Konvergenz- und Accommo- onsanstrengung ein und accommodirt daher für die Ferne leichter bei parallelen, für die e besser bei stark konvergenten Augenaxen.

DONDERS bezeichnet als: 1) absolute Accommodationsbreite die, welche für Ferne bei parallelen, für die Nähe bei konvergenten Gesichtslinien gemessen wurde. Zu erken ist dabei, dass dann der Nahpunkt der Accommodation ferner liegt als der Kon- genzpunkt der Gesichtslinien. Diese absolute Accommodationsbreite bestimmte DONDERS einem 15jährigen emmetropischen Auge nach der obigen Berechnungsweise zu $\frac{1}{3{,}69}$. Steigert man die Konvergenz beider Augen nicht weiter als zur Fixirung des Punktes, für man accommodirt, nöthig ist, so erscheint die Accommodationsbreite etwas geringer: inokulare Accommodationsbreite. Für das obige Auge betrug sie $\frac{1}{3{,}9}$. 3) Die lative Accommodationsbreite für einen gegebenen Grad der Konvergenz war bei mselben Auge bei parallelen Gesichtslinien nur gleich $\frac{1}{11}$, sie erreichte bei einer Konver- nz von 11° ihr Maximum von $\frac{1}{5{,}76}$, hielt sich dann bei steigender Konvergenz ziemlich un- rändert, so dass sie bei 23° noch $\frac{1}{6{,}4}$ betrug, bei der Stellung des binokularen Nahpunkts, i 38° Konvergenz, war sie $\frac{1}{9}$, in der Stellung des absoluten Nahpunkts, bei 73° onvergenz wurde sie zu 0. Für feinere ärztliche Bestimmungen sind also bestimmte

Grade der Konvergenz für die Vergleichung der Accommodation zu wählen. Für die Bestim-mung des Fernpunktes wählt man am besten die parallele Richtung der Gesichtslinien (Blick auf ein entferntes Object).

Auswahl der Brillen, Bezeichnung der Myopie und Hypermetropie.

Die Brennweite der **schwächsten concaven Linse**, welche einem **myopischen** Auge noch vollkommen genaues Sehen sehr entfernter Objecte gestattet, ist unmittelbar = der Entfernung des Fernpunktes vom Auge = der Nummer der zu wählenden Brille = der Nummer der Myopie. Myopie = $\frac{1}{6}$ heisst: der Fernpunkt des Auges steht 6 Zoll vom Auge ab, und eine Concavlinse von 6 Zoll Brenn-weite corrigirt die Myopie, so dass dann der Fernpunkt in unendlicher Entfernung liegt.

Die Brennweite der **stärksten Convexlinse**, welche einem **hypermetropischen** Auge noch vollkommen deutliches Sehen sehr entfernter Gegenstände erlaubt, be-zeichnet ebenso dessen Fernpunkt. Die Bezeichnung der Hypermetropie ist wie die der Myopie jedoch negativ. Hypermetropie = $-\frac{1}{12}$ heisst, eine Convexbrille von 12 Zoll Brenn-weite corrigirt die Hypermetropie vollkommen.

Aerztliche Bemerkungen. (Helmholtz.) — Im Allgemeinen sollten Augen, deren Sch-weite der gewählten Beschäftigung nicht genügt, rechtzeitig Brillen anwenden. **Presbyopische Augen** bedürfen einer Convexlinse beim Lesen und Schreiben, überhaupt bei der Beschäftigung mit nahen Objecten, zur möglichsten Beseitigung der Zerstreuungskreise. Des Abends ... bei schwächerer Beleuchtung ist die Pupille weit, die Zerstreuungskreise sind daher ... es ist dann eine stärkere Brille nöthig als am Tage bei hellerer Beleuchtung. In den ... Fällen, bei jüngeren Individuen, genügt eine Brille, welche den Nahepunkt bis auf ... heranbringt. Bei sehr alten Leuten, zwischen 70—80 Jahren, vermindert sich ... Sehschärfe so bedeutend, dass für ein deutliches Sehen die Objecte näher an das Auge ... gebracht werden müssen, etwa bis auf 8 oder 7 Zoll, damit sie unter einem grösseren Ge-sichtswinkel, also grösser gesehen werden.

Bei **Myopie** ist bei der Beschäftigung mit nahen Gegenständen gebückte Haltung des ... und starke Konvergenz der Augen möglichst zu vermeiden, um einer fortschreitenden Ver-dünnung, Ausbauchung und Zerrung der Membranen im hinteren Theil des Auges durch ... steigerten Blut- und Muskeldruck (Staphyloma posticum) vorzubeugen, wodurch das Seh-mögen in hohem Grade beeinträchtigt und gefährdet wird. Liegt der Fernpunkt ... 5 Zoll vom Auge, so dürfen (Helmholtz) im allgemeinen Concavgläser fortdauernd ... werden, welche den Fernpunkt, wie bei dem emmetropischen Auge, in unendliche ... rücken. Dann dürfen aber für eine dauernde Beschäftigung und normale Sehschärfe ... Bücher, Schreibereien, Handarbeiten nicht näher als 12 Zoll an die Augen gebracht ... Verlangen die Berufsgeschäfte unerlässlich feine Arbeiten, wobei die Objecte dem Auge ... gebracht werden müssen, so sollten während solcher Beschäftigungen schwächere Con-vexgläser getragen werden. Helmholtz räth auch achromatische, prismatische Gläser an, die auf der Nasenseite dicker als auf der Schläfenseite sind, weil mit solchen die ... näherten Objecte mit geringerer Konvergenz und geringerer Accommodationsanstrengung ge-sehen werden können. Es kommt bei Kurzsichtigen, die zum ersten Male Brillen tragen, ... selten vor, dass Gläser, welche ihre Brachymetropie (Myopie) vollkommen corrigiren, ... nach einiger Gewöhnung an schwächere Gläser, an deren Stelle man nach und nach ... verwendet, vertragen werden, es rührt das daher, dass sich die Verbindung zwischen Accom-modation und Konvergenz den veränderten Umständen erst allmälig anpasst. Sind Accommo-dationsvermögen oder Gesichtsschärfe merklich geschwächt, so sind für die Betrachtung ... Objecte schwächere Gläser zu verwenden, welche für die gewöhnlichen Geschäfte ausreichen; für fernere Objecte kommt dann passend eine Lorgnette zu Hülfe.

r **hypermetropische Augen** wähle man Anfangs, ehe sie ihre fortdauernde Accommodations-gung vollkommen zu beseitigen verstehen, etwas zu starke Convexgläser, welche sie schon ferne Objecte nicht mehr ganz deutlich wahrnehmen können. Mit tschreitenden Entwöhnung von den Accommodationsanstrengungen werden schwächere nöthig.

i verminderter Accommodationsbreite (Presbyopie) bedarf man unter allen Umständen er Gläser für die Nähe, schwächerer für die Ferne.

ptometer. — Die Accommodationsbreite wird mit Hülfe von **Optometern** bestimmt: Die Leseproben. Am einfachsten erscheint es, zu beobachten, in welchen Ent-gen kleine Gegenstände, z. B. Buchstaben, noch deutlich gesehen werden können. Die gkeit der Angaben nach dieser Methode wird dadurch gestört, dass auch sehr kleine aben immer noch bei schon ziemlich bedeutenden Zerstreuungskreisen erkannt werden ı. Aus Letzterem erklärt es sich, dass Kurzsichtige sehr kleine Gegenstände noch näher ı Nahepunkt an das Auge heranbringen, da trotz der Zerstreuungskreise Objecte, welche Kleinheit schwer erkennbar sind, bei grösserer Annäherung an das Auge, unter grös-Sehwinkel, grösser und sonach erkennbarer erscheinen. Soll also die Accommodations-auf diesem Wege ermittelt werden, so muss man für verschiedene Abstände verschiedene tsobjecte wählen, und zwar alle so fein, dass sie von einem gut accommodirten Auge ben erkannt werden. 2) Porterfield hat auf den Scheiner'schen Versuch ein Optometer ıdet; Th. Young (1801) empfiehlt einen feinen weissen Faden auf schwarzem Grunde pannen, so dass sein eines Ende nahe unter dem Auge sich befindet, und dann durch passenden Schirm mit zwei Löchern nach dem Faden zu blicken. Dieser erscheint dann der Strecke, für die das Auge accommodirt ist (Accommodationslinie), einfach, ın übrigen Stellen doppelt. Die einfach erscheinende Strecke kann leicht bezeichnet ı. Ihre Entfernung vom Auge, wenn dasselbe für die Ferne accommodirt ist, entspricht hweite des Auges. Man verwendet jetzt meist andere feine, durch die Löcher des ıes eben noch deutlich erscheinende Gegenstände, welche man in verschiedene Abstände ıge bringt, z. B. feine Nadeln auf dem hellen Grund des Himmels. Helmholtz' Optometer ei Besprechung der chromatischen Abweichung des Auges seine Darstellung finden.

Monochromatische und chromatische Abweichung des Auges.

1. Monochromatische Abweichung, Astigmatismus.

ie gewöhnliche monochromatische Abweichung der optischen Instrumente, härische Aberration, ist im Auge auf ein sehr geringes Maass reducirt. Die e dafür liegen darin, dass die Abblendung der Randstrahlen für Hornhaut inse in bedeutendem, mit der Lichtintensität wechselndem Umfang durch s stattfindet, dass die brechenden Flächen am Auge nicht kugelig, son-wie es die Theorie aplanatischer brechender Flächen erfordert, ellipsoi-resp. paraboloidisch gekrümmt sind, wobei die Krümmung gegen die r zu bedeutend abnimmt; in demselben Sinne wirkt es, dass die Rand-ın der Linse die äusseren, weniger stark brechenden Linsenschichten durch-rn. Daher kommt es, dass die im Auge immer nur sehr geringe eigent-sphärische Aberration sich hier hinter anderen monochromatischen Ab-ungen verbirgt, welche man im Allgemeinen als Astigmatismus menfasst, ein Name, der den Mangel eines genauen Brennpunktes igma) bezeichnen soll. Die Benennung Astigmatismus ist von Whewell chlagen und seitdem allgemein angenommen. Donders und Knapp haben

den Zustand ausführlicher studirt. WHEWELL unterscheidet regulär irregulären Astigmatismus.

Der reguläre Astigmatismus rührt davon her, dass die K der brechenden Flächen des Auges, namentlich **der Horn verschiedenen Meridianen verschieden ist.**

Der irreguläre Astigmatismus äussert sich in der Erschei Polyopia monophthalmica. Er beruht darauf, dass durch sons regelmässigkeiten der brechenden Flächen und zwar besonders der Li die in jeder einzelnen Meridianebene des Auges einfallenden Strahlen nau in einen Brennpunkt vereinigt werden. Augen ohne Linse zeigen regelmässigen Astigmatismus meist nicht oder nur in geringem Grade, den regulären Astigmatismus aus Krümmungsverschiedenheiten der viel regelmässiger und deutlicher als normale Augen. Die einzelnen der Linse vereinigen zwar die auffallenden Strahlen (abgesehen von de tungen einer wahren sphärischen Abberration) nahezu in einen P Brennpunkte der verschiedenen Sektoren fallen aber nicht zusammen Am irregulären Astigmatismus kann sich auch die Hornhaut zeitweis ligen, wenn kegelförmige Erhebungen, Geschwüre etc. oder zufällige keiten, Thränenflüssigkeit, Fetttröpfchen aus den MEIBOM'schen Drüsen regelmässige Brechung an ihr veranlassen. Es gibt also eine physi und eine pathologische Polyopia monophthalmica.

Folgende Erscheinungen des unregelmässigen Astigmatismus de gischen Polyopia monophthalmica gehen nach HELMHOLTZ von der Lin

1) Die kleinen Zerstreuungskreise heller, kleiner, leuchtender Punkte, Sterne oder ferner Laternen, erscheinen auf der Netzhaut nicht als helle, le Flächen, sondern als Sternfiguren mit 4—8 unregelmässigen Strahlen, welche in le und bei verschiedenen Individuen verschieden zu sein pflegen.

Die Zerstreuungsfigur eines leuchtenden Punktes, z. B. einer punktförmigen, le Oeffnung in einem dunklen Schirme, scheint jenseits des Fernpunktes de den meisten in der Richtung von oben nach unten länger als in der von rechts Bei schwacher Beleuchtung kommen nur die hellsten Stellen der Strahlenfigur zu mung, und man sieht daher mehrere Bilder des hellen Punktes, von denen eines heller ist als die anderen. Bei sehr starker Beleuchtung, z. B. durch direc licht, fliessen die Strahlen des Sternes in einander, und rings umher entsteht ein ligen, äusserst feinen, buntgefärbten Linien bestehender Strahlenkranz von vi Ausdehnung: Haarstrahlenkranz. Ist das Auge für grössere Entfernungen leuchtenden Punktes accommodirt, so liegt die grösste Ausdehnung der Strahle horizontal. Kann man für die punktförmige Oeffnung des Schirmes genau accom erscheint sie bei mässigem Lichte rundlich und hell, bei stärkerem Licht wird sie strahlig.

2) Bei ungenügender Accommodation erscheinen feine Lichtlinien, z. B des Neumondes, mehrfach. Es fliessen die helleren Stellen der Zerstreuungsbil zelnen die Lichtlinie zusammensetzenden Lichtpunkte zu einzelnen Lichtlinien welche als mehrfache, lichtschwächere Bilder der hellen Linie erscheinen. Den me zeigen sich zwei, manchen in gewissen Fällen 5, 6 und mehr solcher Doppelbilder

3) An den Grenzen heller Flächen, für welche das Auge nicht vollkomm modirt ist, erscheinen die Doppelbilder in der Weise, dass am Rande der hellen Uebergang von Hell in's Dunkel in zwei oder drei Absätzen geschieht. Eine schw auf hellem Grund scheint jenseits des Fernpunktes mit einem Rande umsäumt, d

n einem hellen, dann aus einem schwarzen Streifen besteht, der nach den Rändern zu ver-
schen ist.

Hierher gehören auch die Versuche, welche ergeben, dass die brechenden Flächen des
ges nur mangelhaft oder wenigstens nicht um die Gesichtslinie centrirt sind
f. oben).

Der reguläre Astigmatismus zeigt sich bei fast allen menschlichen
gen in geringerem oder stärkerem Grade. Er war schon Thomas Young be-
nnt, und der Astronom Airy corrigirte seinen Astigmatismus mit einer Cylin-
rlinse (cf. unten). Man kann die Grösse des Astigmatismus nach analogem
incipe, wie die Sehweite durch passende Optometer (mit feinen abwechselnd
krecht und horizontal zu stellenden Fäden) bestimmen. Augen mit regu-
m Astigmatismus haben entsprechend der verschiedenen Krümmung der
nhautsektoren in verschiedenen Meridianen verschiedene Sehweiten für
ien von verschiedener Richtung im Gesichtsfelde. Ein Auge mit regulärem
igmatismus kann im Allgemeinen nicht gleichzeitig für horizontale und ver-
le Linien, welche sich in gleicher Entfernung von ihm befinden, accommo-
t sein. In der Mehrzahl der Fälle muss das Auge eine grössere Sehweite an-
men, um die seinem horizontalen Durchmesser parallelen Linien deutlich zu
en, für die senkrechten dagegen mehr für die Nähe accommodiren. Eine
tikale Linie muss man meist weiter vom Auge entfernen, als eine horizontale,
sie beide zu gleicher Zeit deutlich zu sehen. A. Fick sah vertikale Linien in
Meter Entfernung deutlich und zugleich horizontale in 3 Meter, Helmholtz
vertikalen in 0,65 Meter, horizontale in 0,54 Meter Entfernung. Wenn die
ste dieser Sehweiten P ist und bei demselben unveränderten Accommo-
onszustande die kleinste für eine andere Linienrichtung $= p$, so brauchen
als Maass des Astigmatismus

$$As = \frac{1}{p} - \frac{1}{P}.$$

lange As kleiner als $\frac{1}{10}$, bringt es noch keine erheblichen Störungen des
ens hervor, wenn es aber grösser wird, so wird die Gesichtsschärfe endlich
entlich beeinträchtigt.

Astigmatische Augen bedürfen zur Correction Gläser mit cylindrischen Flächen: Cylin-
brillen, die nur nach einem Meridian gekrümmt sind und deren Brennweite man der
se As gleich gross wählt. Man stellt die geradlinigen Cylinderkanten, wenn die cylin-
sche Krümmung convex ist, der Richtung der entferntesten deutlich gesehenen Linien
llel oder senkrecht darauf, wenn die cylindrische Krümmung concav ist. Die zweite
he der Cylinderlinsen kann man sphärisch, concav oder convex, schleifen, so dass durch
elbe Glas die gleichzeitig etwa vorhandene Myopie oder Hypermetropie corrigirt wird.
Untersuchung des Astigmatismus hat O. Becker werthvolle Wandtafeln angegeben.

2. Chromatische Abweichung, Farbenzerstreuung.

Die Farbenzerstreuung des Auges wird gewöhnlich fast gar nicht bemerklich, trotzdem
die Farbenzerstreuung der Augenmedien wohl sogar etwas grösser als die des destillirten
sers ist. Fraunhofer entdeckte, dass das Auge verschiedene Brenn-
ten für verschiedenfarbige einfache Strahlen besitzt. Er bemerkte bei
Betrachtung eines prismatischen Spectrums durch ein achromatisches Fernrohr, in dessen

Ocular ein sehr feines Fadenkreuz angebracht war, dass er die Ocularlinse dem Fadenkr näher schieben musste, um dies deutlich sehen zu können, wenn er den violetten Th des Spectrums im Gesichtsfeld hatte, als wenn er den rothen betrachtete. Helmholtz li einfarbiges Licht eines Spectrums durch eine punktförmige Oeffnung in einen dunklen Schi fallen, und bestimmte die Entfernung, in welcher die kleine Oeffnung noch punktförm gesehen werden konnte; die grösste Sehweite seines Auges für rothes Licht betrug 8 Fu für violettes $1\frac{1}{2}$ Fuss, und für das brechbarste Ueberviolett der Sonne, welches durch A blendung des helleren Lichtes des Spectrums sichtbar gemacht wurde, nur einige Zoll.

Matthiessen berechnet den Abstand des rothen und violetten Brennpunkts im men lichen Auge auf 2,58 bis 0,62 mm, während er in einem Auge von destillirtem Wasser gl 0,434 mm sein würde.

Benutzung der chromatischen Aberration des Auges zur Bestimmung Accommodationsbreiten. — Violette Gläser absorbiren die mittleren Strahlen des S trums ziemlich vollständig und lassen nur die äussersten Farben roth und violett hind Befestigt man ein solches Glas hinter eine enge Oeffnung, in einem dunklen Schirm, so scheint die vom Tageslicht beleuchtete Oeffnung des Schirmes dem Auge als ein leucht Punkt, der nur rothe und violette Strahlen aussendet*). Je nach der fernung, für die ein Auge accommodirt ist, erscheint der Punkt verschieden. Ist das für die rothen Strahlen accommodirt, so geben die violetten einen Zerstreuungskreis, u erscheint ein rother Punkt mit violettem Lichthof. Ist umgekehrt das Auge für die viol Strahlen accommodirt, so geben die rothen einen Zerstreuungskreis, und es erscheint ein letter Punkt mit rothem Hofe. Nur dann, wenn das Auge für keine der beiden Farben g accommodirt ist, und zwar so, dass der Vereinigungspunkt der violetten Strahlen vor, der rothen hinter der Netzhaut liegt, kann, wenn die beiden Zerstreuungskreise sich deck der Lichtpunkt einfarbig violett erscheinen. Bei diesem Brechungszustand würden diejeni Strahlen auf der Netzhaut vereinigt werden, deren Brechbarkeit die Mitte zwischen der rothen und der violetten hält, also die grünen.

Man hat darin (Helmholtz, Czermak) ein Mittel von ziemlich grosser Empfindlichkeit, die Entfernungen zu bestimmen, innerhalb welcher das Auge das gemischte roth-violette einfach sehen kann. Die Farbendifferenz wird auch von Ungeübten ziemlich leicht bem Ist das Auge für Licht jeder Brechbarkeit auf grössere Entfernung als die des leuchten Punktes accommodirt, so ist der Zerstreuungskreis der rothen Strahlen grösser als der violetten. Man erblickt dann eine violette Scheibe mit rothem Saum. Ist das Auge um kehrt für kleinere Entfernungen eingestellt, so erscheint ein rother Zerstreuungskreis blauem Saume.

Bei weisser Beleuchtung macht sich die Farbenzerstreuung, wie gesagt, we bemerklich. Jenseits des Fernpunktes erscheinen, analog den Beobachtungen nur mit vi lettem und rothem Lichte, weisse Flächen mit einem schwachblauen Rande umgeben; lieg sie näher als der Accommodationspunkt, so zeigen sie einen schwachen rothgelben Ra Gegenstände, für die man genau accommodirt ist, zeigen bei freier Pupille keine farbig Ränder. Schiebt man aber dicht vor das Auge den Rand eines undurchsichtigen Blattes, u verdeckt dadurch der einen Hälfte der Pupille das Licht, so erscheint nun die Grenze zwisc einem weissen und schwarzen Bilde gelb gefärbt, wenn man das Blatt von der Seite vor Pupille schiebt, wo das schwarze Feld liegt; blau gesäumt dagegen, wenn man es von d Seite des weissen Feldes her vorschiebt.

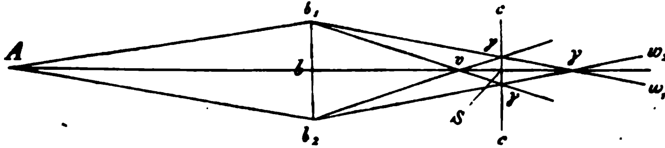
Alle Farbenzerstreuungsphänomene erklären sich dadurch, dass in Folge der chroma tischen Aberration (S. 828) der hintere Brennpunkt der violetten Strahlen vo dem der rothen liegt (Fig. 214).

---

*) Will man mit Lampenlicht experimentiren, so hat man an Stelle des violetten Glase ein blaues, mit Kobalt gefärbtes zu verwenden.

der Abbildung Fig. 214 ist A der leuchtende Punkt, $b_1 b_2$ der Durchschnitt der vorderen bene des Auges, in v schneiden sich die violetten, in γ die rothen Strahlen, cc ist der Durch-

Fig. 214.



der Ebene, in welcher sich die äussersten rothen Strahlen des gebrochenen Strahlen- $b_1 b_2 \gamma$ und die äussersten violetten $b_1 b_2 v$ schneiden. Die Figur zeigt, dass, wenn die ut vor der Ebene cc sich in v befindet, d. h. wenn das Auge für fernere Gegenstände ccommodirt ist, die Netzhaut am Rande des Strahlenkegels nur von rothem Lichte, in e aber von gemischtem getroffen werde. Steht sie in der Ebene cc, d. h. ist das Auge ıhlen mittlerer Brechbarkeit von A accommodirt, so wird sie überall von gleichmässig htem Lichte getroffen. Endlich, wenn die Netzhaut sich hinter der Ebene cc in γ be- das Auge also für nähere Gegenstände als A accommodirt ist, so trifft sie am Rande ahlenbündels nur violettes, in der Mitte gemischtes Licht. Geht vom leuchtenden 1 weisses Licht aus, so schalten sich die übrigen Farben zwischen roth und violett ein, h die Wirkungen der Farbenzerstreuung die gleichen bleiben, aber weniger auffallend (Helmholtz).

Entoptische Wahrnehmungen.

ter gewissen Bedingungen macht (Helmholtz) das in das Auge einfallende Licht eine on entoptischen, im eigenen Auge selbst befindlichen Gegenständen sichtbar. Für euchtung des hinter der Pupille gelegenen Augentheiles bildet die Pupille eine leuch- läche von relativ grosser Ausdehnung. Bekanntlich werfen, wenn Licht von einer sehr Fläche ausgeht, nur breite Gegenstände, oder solche, welche der den Schatten ıgenden Fläche sehr nahe sind, einen sichtbaren Schatten. Die Gefässe der ut befinden sich so nahe an der lichtempfindenden Fläche des Auges, dass sie immer chatten auf die hinter ihnen liegenden Theile derselben werfen müssen. Aber eben ese hinter den Gefässen liegenden Theile der Netzhaut immer beschattet sind, weil der tete Zustand für sie der normale, gewöhnte ist, kann der Gefässschatten nur unter be- en Umständen wahrgenommen werden.

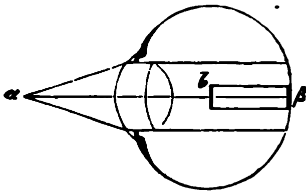
ın muss, um die kleinen, schattengebenden Körperchen in den durchsichtigen Theilen ges wahrzunehmen, Licht von einer sehr kleinen, leuchtenden Stelle, welche sehr nahe n Auge sich befindet, in das Auge fallen lassen. Zu dem Zwecke genügt es, das im einer kleinen Sammellinse entworfene Bild einer fernen Lichtflamme nahe vor das Auge gen, oder ein kleines gut polirtes metallenes Knöpfchen, welches von der Sonne oder npe beschienen wird, oder nur einen Schirm von dunklem Papier, welcher Licht durch hr kleine Oeffnung fallen lässt (Helmholtz).

egt der leuchtende Punkt a zwischen dem Auge und seinem vorderen Brennpunkt f, erfen die Augenmedien ein entfernteres, vor dem Auge liegendes Bild α von a, und die n durchdringen den Glaskörper in Richtungen, welche von α aus divergiren. Unter Umständen wird von einem im Glaskörper befindlichen dunklen Körper b ein ver- tes Schattenbild β auf der Netzhaut entworfen.

egt dagegen der leuchtende Punkt wie in Fig. 215 im vorderen Brennpunkt des Auges, den die von ihm ausgegangenen Strahlen im Glaskörper parallel, das Schattenbild ist ross wie der schattenwerfende Körper. Ist schliesslich der leuchtende Punkt vom Auge

weiter entfernt als der vordere Brennpunkt des Auges *f*, so fällt das Bild von *a* hinter das Auge nach *α* und die Strahlen konvergiren im Glaskörper nach *α* hin. Das Schattenbild ist dann kleiner als sein Object *b*. Dem entsprechend vergrössern sich die entoptisch sichtbar gewordenen Gegenstände scheinbar bei der Annäherung des Auges an den leuchtenden Punkt, im umgekehrten Falle werden sie kleiner.

Fig. 215.



Bei jeder Stellungsveränderung des Auges oder des leuchtenden Punkts verschieben sich die Schatten der Körper, welche verschieden weit von der Netzhaut abstehen, in verschiedener Weise. Daraus lehrte Listing ihren Ort im Auge bestimmen. Der kreisförmige Schatten der Iris bildet die Grenze des entoptischen Gesichtsfelds. Fixirt man nach einander verschiedene Punkte des kreisförmigen Feldes, so verschieben sich die Schatten aller Körper, welche nicht in der Ebene der Pupille liegen, gegen die kreisförmige Begrenzung des Gesichtsfeldes; es ist das Listing's relative entoptische Parallaxe; sie wird positiv genommen, wenn die Bewegung des Schattens die gleiche Richtung hat mit der Richtung des Visirpunktes, negativ, wenn sie entgegengesetzte Richtung hat. Die relative entoptische Parallaxe wird zu 0 für Objecte, welche in der Ebene der Pupille liegen, positiv für Objecte hinter der Pupille, negativ für Objecte vor der Pupille. Für Objecte, welche der Netzhaut sehr nahe liegen, ist die Verschiebung der Schatten fast ebenso gross wie die des Visirpunktes, so dass diese den Visirpunkt bei seinen Bewegungen überallhin begleiten, wenn sie nicht durch wirkliche Bewegungen (im Glaskörper) aus der Gesichtslinie entfernt werden (Helmholtz).

Die entoptisch gesehenen Gegenstände erscheinen im Gesichtsfelde verkehrt, weil alles was auf der Netzhaut oben ist, im Gesichtsfelde unten erscheint und umgekehrt (cf. Scheiner'scher Versuch).

Namentlich kurzsichtige Augen nehmen die normal in den brechenden Medien des Auges befindlichen geringfügigen Trübungen und Verdunkelungen bei stärkerer Beleuchtung ohne weitere Beihülfe wahr.

Folgendes kann entoptisch wahrgenommen werden (Helmholtz): 1) Das helle entoptische Gesichtsfeld, es ist nahezu kreisrund, seine Ausdehnung entspricht der Oeffnung der Pupille, mit deren Weite sie wechselt; umgrenzt wird es von dem Schatten der Iris. 2) Von den Flüssigkeiten, welche die Hornhaut benetzen, von der Thränenfeuchtigkeit, Sekret der Augenliderdrüsen rühren im entoptischen Gesichtsfelde Streifen her, oder wolkige helle oder lichtere Stellen, tropfenähnliche Kreise mit hellerer Mitte, welche durch den Schlag der Augenlider schnell verwischt und verändert werden können. Sie zeigen eine selbständige Bewegung von oben nach unten, also eine wirkliche Bewegung nach oben. 3) Nach Reiben der geschlossenen Augen mit den Fingern erscheint für einige Zeit die etwas kraus gewordene Oberfläche der Hornhaut als wellige oder netzartige Streifen und Flecken. Als Reste von Entzündungen oder Verletzungen finden sich von der Hornhaut herrührend in manchen Augen konstante dunkle Flecken und Linien. 4) Von der Linse, von der vorderen Kapselwand und dem vorderen Theil des Krystallkörpers rühren helle Perlflecken, oder dunkele, mannigfach gestaltete Flecken her, wohl durch partielle Verdunkelungen der Linse oder ihrer Kapsel bedingt. Dunkle, radiär gegen die Mitte des entoptischen Gesichtsfeldes zu laufende Linien scheinen Andeutungen des Linsensterns, dahin gehören wohl auch helle, meist zu einem unregelmässigen Stern geordnete Streifen. 5) Im Glaskörper erscheinen bewegliche Gebilde, die fliegenden Mücken (Mouches volantes), als Perlschnüre, als vereinzelte oder zusammengesetzte Kreise mit hellem Centrum, als unregelmässige Gruppen sehr blasser Kügelchen, oder als blasse Streifen, wie die Falten einer durchsichtigen Membran. Viele von ihnen befinden sich so nahe an der Netzhaut, dass besonders Kurzsichtige sie ohne weiteres sehen, wenn sie nach einer breiten, gleichmässig

uchteten Fläche, z. B. nach dem hellen Himmel blicken. Sie bewegen sich nicht nur schein-, sondern wirklich. Verändert man die Augenstellung rasch, hebt man z. B. den Blick, so en die Mücken der Bewegung des Visirpunktes, schiessen aber gewöhnlich etwas über das hinaus und sinken dann wieder. Selbstverständlich kann man sie durch den Versuch, sie fixiren, nicht deutlicher sehen. DONDERS und DUNCAN fanden als Ursachen dieser fliegenden cken im Glaskörper mikroskopische Gebilde, blasse, in schleimigem Zerfall begriffene len, mit Körnern besetzte Fasern, Haufen von Körnern und Körnchen etc. Die betreffenden inen Körperchen schwimmen, da sie specifisch leichter sind, in der Flüssigkeit des Glaspers, der hinteren Glaskörperhöhle (L. LÖWE, S. 819). 6) Den Schatten der Netzutgefässe (HELMHOLTZ) (Fig. 216) kann man am leichtesten dadurch wahrnehmen, man starkes Licht, Sonnenlicht oder npenlicht, durch eine Convexlinse von zer Brennweite auf einen Punkt der seren Fläche der Sclerotica möglichst t von der Hornhaut entfernt concen-t. Blickt das Auge gleichzeitig gegen en dunklen Hintergrund, so wird durch .von der Sclerotica aus in das Auge gende Licht der Schatten der Gefässe Netzhautpartien geworfen, die nicht wöhnlich von dem Gefässschatten geen werden, die Beschattung also als en veränderten Zustand zur Empfindung agen können. Das Gesichtsfeld erscheint gelb erleuchtet, und es erscheint darin zartes dunkles Netz baumförmig verigter Gefässe: PURKINJE'sche Aderur. Bewegt man den Brennpunkt auf der rotica hin und her, so bewegt sich im lchen Sinne auch die Aderfigur. In der Mitte des Gesichtsfeldes, dem Fixationspunkt entsprend, zeigt sich eine gefässlose Stelle der Netzhaut, es ist dies die Stelle des directen Sehens, Macula lutea, die im weiten Bogen von einem Gefässkranz umkreist wird; sie zeichnet h durch besonderen Glanz aus und durch ein Aussehen wie »chagrinirtes Leder« (H. MÜLLER). n kann die Netzhautgefässe auch wahrnehmen, wenn man auf einen dunklen Hintergrund kt und dabei unterhalb oder seitlich vom Auge ein brennendes Licht hin und her bewegt. Gefässbaum zeigt sich dann nur während der Bewegung des Lichtes. Auch hier zeigt h die Netzhautgrube als eine helle Scheibe mit einem halbmondförmigen Schatten in der te des Gesichtsfeldes (H. MÜLLER). Eine dritte Methode besteht darin, dass man durch eine e Oeffnung, die man vor der Pupille schnell hin und her bewegt, nach dem hellen Himmel er nach einer anderen breiten, lichten Fläche blickt. Dass wir für gewöhnlich die Gefässatten nicht sehen, erklärt HELMHOLTZ (cf. oben) daraus, dass die Empfindlichkeit der beatteten Stellen grösser ist als die der übrigen Theile der Netzhaut, so dass bei ihnen die den Werth des Gefässschattens verminderte Lichtintensität ebenso stark erregend wirkt, e an den übrigen Netzhautstellen die unverminderte Lichtstärke. Verändern wir den Ort s Schattens, so wird derselbe nun wahrnehmbar, weil die schwächere (um den Gefässatten verminderte) Beleuchtung nun auf ermüdete, weniger reizbare Netzhautelemente lt. Die reizbareren, früher beschatteten Netzhautelemente empfinden die volle Beleuchtung rker, daher rührt es, dass im Anfang des Versuchs mit der Convexlinse der Gefässbaum weilen hell auf dunklem Grunde erscheint. Die Schwankungen in der Reizbarkeit gleichen h sehr rasch aus, so dass nur bei beständigem Wechsel in der Beschattung der Netzhaut beschriebenen Erscheinungen wahrgenommen werden können. 7) Beobachtung der tinalpigmente. Blickt man bei dem Oeffnen der Augen im Augenblick des Erwachens


Fig. 216.

gegen eine helle Wand, so erblickt man die Aderfigur. A. EWALD erkannte dabei d
cula lutea innerhalb des oben beschriebenen Gefässkranzes als einen gelben, vo
rosugefärbten Hof umgebenen Fleck, es kommt also bei diesem Versuch die gelbe
Farbe und der umgebende Sehpurpur entoptisch zur Wahrnehmung. 8) Bei seh
Beleuchtung des Auges, z. B. durch Schneeflächen, erscheinen entoptisch auch die Bl
perchen in den Netzhautkapillargefässen (cf. unten).

Augenleuchten und Augenspiegel.

(HELMHOLTZ.) Das auf die Netzhaut fallende Licht wird zum Theil von den Pi
der Retina und Aderhaut absorbirt, zum kleineren Theil kehrt es reflectirt durch di
nach aussen zurück. Für gewöhnlich nehmen wir nichts von diesem reflectirten Lic
Wenn wir das Auge eines Anderen oder unser eigenes im Spiegel beobachten, so
die Pupille dunkelschwarz. Der Grund liegt darin, dass bei dem Auge wie bei allen
brechender Medien, welche ein genaues Bild eines Gegenstandes entwerfen, das
Licht von dem Bildpunkte auf demselben Weg, auf dem es eingefallen, wieder zurü
kann. Fixirt sonach ein Auge genau einen Gegenstand, so vereinigen sich die
Augenhintergrund reflectirten Strahlen auch wieder genau in dem Objectpunkte. U
dem Auge reflectirte Licht zu sehen, müsste sich der Beobachter zwischen das leuch
sehene Object und das beobachtete Auge hineinstellen, was so ohne weiteres natürl
angeht, ohne dem beobachteten Auge das Licht abzuschneiden. Ist das beobachtete
die Pupille des Beobachters accommodirt, so wird ein Bild der schwarzen Pupille
achters auf der Netzhaut des beobachteten Auges entworfen, welches von den Aug
genau wieder auf die Pupille des Beobachters reflectirt wird. Dieser sieht sonach i
obachteten Pupille nur den Wiederschein seiner eigenen, also schwarz. Daher ers
wöhnlich die Pupille und der Augenhintergrund schwarz, und man erkennt nicht e
stärker Licht reflectirenden Theile, wie die Sehnerveneintrittsstelle, die Gefässe
Albinos, denen das Pigment der Choroidea fehlt, sieht man dagegen die Augen leucl
das durch die Sclerotica einfallende Licht diffus reflectirt wird. Halten wir du
dunklen Schirm vor dem Auge, der nur eine der Pupille entsprechende Oeffnung
Licht von der Sclera ab, so erscheint auch bei Albinos die Pupille schwarz. Auch da
einer Camera obscura erscheint aus den gleichen Ursachen, von vorn gesehen, schwa
nur ein Licht im Zimmer ist.

Es ist leicht einzusehen (HELMHOLTZ), dass der Beobachter von allen jenen Pu
Netzhaut des beobachteten Auges Licht empfangen kann, auf welches das Zerstre
seiner eigenen Pupille fällt. Denken wir uns die Pupille des Beobachters als leuc
Scheibe, deren Zerstreuungsbild im beobachteten Auge entstehen würde, so geh
strahlen von einem oder mehreren Punkten dieser leuchtenden Scheibe nach jede
ihres Zerstreuungsbildes hin, es können also auch rückwärts Lichtstrahlen nach ei
mehreren Punkten der leuchtend gedachten Pupille des Beobachters von jedem Pu
Netzhaut, der dem Zerstreuungskreis der leuchtenden Pupille angehört, gelangen. D
achter wird also auch das beobachtete Auge leuchten sehen, so oft das Zerstreuungsb
eigenen Pupille in dem beobachteten Auge zusammenfällt mit einem Theile des
ungskreises eines leuchtenden Gegenstandes. Die Pupille eines beobachteten Auges
daher roth leuchtend, wenn der Beobachter dicht am Rande einer Lichtflamme vorb
Strahlen er, um nicht geblendet zu werden, durch einen dunklen Schirm von seinem
Auge abhält, nach dem Auge eines andern blickt, das für eine nähere oder viel weiter
nung accommodirt oder nur etwas seitwärts gerichtet ist.

Das Augenleuchten kommt noch besser zur Wahrnehmung, wenn man nic
das Licht der Flamme in das Auge fallen lässt, sondern von einer durchsichtigen, spi
Fläche, etwa einer Glasplatte, reflectirt, wobei der Beobachter durch die reflectiren

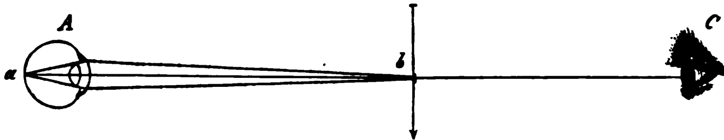
urch sehen kann. Das aus dem Auge zurückkehrende Licht wird z. Th. vom Spiegel nach Lichtquelle reflectirt, z. Th. geht es aber auch durch die Platte hindurch und in die Pu-des Beobachters, der das betreffende Auge nun leuchten sieht. Statt spiegelnder Glasen kann man auch belegte Spiegel oder Metallspiegel, an denen man eine enge Oeffnung Durchsehen angebracht hat, benutzen. Trotz des Leuchtens kann der Beobachter bei n Versuchen doch für gewöhnlich nichts Genaues in dem Auge unterscheiden, weil er as Bild, welches die Augenmedien vom Hintergrunde des beobachtenden Auges entwor-nicht genau accommodiren kann. Um letzteres zu ermöglichen, müssen noch passende insen hinzugenommen werden: Augenspiegel.

Der Augenspiegel, Ophthalmoskop, besteht aus einer Zusammenstellung eines Beleuch-apparates (Spiegel) mit solchen passenden Glaslinsen. Mit seiner Hülfe kann man die r auf der Netzhaut und vor Allem Theile der Netzhaut selbst deutlich sehen und unter-en.

Man kann verschiedene Mittel anwenden, um ein deutliches Bild des enhintergrundes zu erhalten.

Ohne Gläser geht es, wie gesagt, für gewöhnlich gar nicht.

Fig. 217.

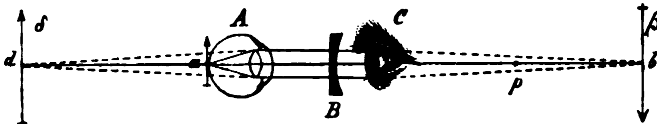


In der Figur (217) ist A das beobachtete Auge, a ein Punkt seiner Netzhaut, dessen Bild unkte b entworfen wird, in der Entfernung, in welcher das beobachtete Auge deutlich , das Bild der Netzhautstelle ist verkehrt und vergrössert. Ein Beobachter müsste b aus iner Sehweite) betrachten, das Gesichtsfeld wird aber dann, da es durch die Pupille des achteten Auges begrenzt wird, in dieser Entfernung so klein sein, dass er nichts deutlich nen kann.

Man kann das Bild des Augenhintergrundes auf zwei Weisen darstellen: 1) aufrecht virtuell, durch eine concave Linse, oder 2) reell und umgekehrt durch eine vexe Linse.

1) Zur Darstellung im aufrechten virtuellen Bilde verwendet man eine cavlinse B, deren Brennweite Bp kleiner ist als die Entfernung des Punktes b von ihr; solche macht die von A nach b hin konvergirenden Lichtstrahlen divergent, so als kämen us einem scheinbar bei d im Rücken des beobachteten Auges liegenden Punkt her.

Fig. 218.



a: p = Brennweite der Linse

$\alpha = Bb$ (Abstand der Linse vom eigentlichen Bilde des Augenhintergrundes)

$\gamma = dB$ (Abstand von dem durch die Linse entworfenen Bilde)

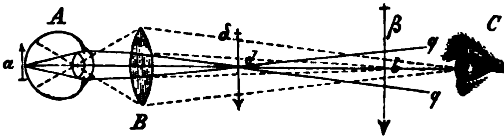
st: $\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{p}$.

γ ist gleich der Sehweite des Beobachters, die Entfernung des Punktes b richtet sich nach

der Sehweite des untersuchten Auges. Aus der Gleichung ist die Linse zu berechnen, Beobachtung nöthig ist.

2) **Zur Darstellung im reellen umgekehrten Bilde** bringt man sehr beobachtende Auge eine **Convexlinse** von 1—3 Zoll Brennweite. Die aus dem Au b konvergirenden Strahlen dadurch schon in einem beobachteten Auge viel Punkte d zur Vereinig bracht. Das beobachten kann dem beobachteten entsprechend viel näher werden als ohne Linse

Fig. 219.



dabei doch noch für das Bild des Augenhintergrundes accommodiren: $\frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\gamma} =$

Coccius und Heymann haben **Autophthalmoskope** construirt.

Zur historischen Entwickelung der Lehre vom Sehen.

Nach (Helmholtz) der Meinung der Platoniker und Stoiker von dem Wesen der wahrnehmungen, an welche sich Roger Baco anschliesst, treffen Lichtstrahlen, die Auge ausgehen, auf Lichtstrahlen, welche von sichtbaren Objecten kommen, und dort mit dem Gefühle der Gegenstände wieder zurück. Die Epikureer dachten sich perliche, die Peripatetiker unkörperliche Bilder von den sichtbaren Gegenständen men. Aristoteles lehrte, dass ein unkörperliches Wesen das Sehen bedinge. Das Auge nicht die Materie selbst wahr, sondern nur einen Schein derselben, wie den Abd Siegels in Wachs. Die Meinung des Aristoteles hielt sich in realistischer U lange, wir finden sie noch bei Oribasius und Celsus, man behauptete, die Obj einen Eindruck auf die zunächstliegende Luft, diese auf die angrenzende, und so Krystalllinse, welche man für das Hauptorgan des Sehens hielt. Cartesius substi für Luft ein hypothetisches, ätherisches Medium. Er glaubte, das Sehen würde be die Schwingungen eines überall verbreiteten, also auch im Auge befindlichen A

[redacted]

der im Glaskörper ein räumliches Bild entstehen solle. PLAGGE hielt sogar das auf Hornhaut durch Spiegelung entstehende Bild für das Object des Sehens, das nach J. READE die Nerven der Hornhaut empfunden würde. Nach ANDREAS HORN wirkt die Netzhaut Hohlspiegel, sie reflectirt das Bild gegen den Glaskörper, welcher von hier aus auf die Nerven wirke.

Die Accommodationsfähigkeit des Auges hat zu vielen Streitigkeiten Veranlassung gegeben. MUNCKE stellt (1827) die Möglichkeiten, auf welchen die Accommodation beruhen könnte, zusammen: entweder muss, angenommen die Retina selbst steht unbeweglich fest, die Krystalllinse sich der Retina bei Betrachtung entfernterer Gegenstände nähern, bei näheren weiter von ihr entfernen; oder die Krystalllinse ändert ihre Form, sie wird flacher beim Blick entfernterer, convexer bei dem näherer Gegenstände; oder es ändert sich die Form des Auges und die Krümmung der Hornhaut in der Art, dass für entferntere Objecte das Auge flacher, für nahe convexer oder länger wird. Ausser diesen drei Meinungen wurde noch eine vertheidigt, welche die Accommodation nur auf die veränderliche Weite der Pupille schob.

KEPPLER glaubte, wie ALBINUS, dass bei der Accommodation für die Nähe der Strahlenkörper durch seine Zusammenziehung auf den Glaskörper drücke, wodurch die Krystalllinse vorwärts gerückt würde. Nach PORTERFIELD (1759) wäre diese Contraction des Strahlenkörpers muskulös, nach ZINN träte sie durch vermehrten Flüssigkeitszufluss ein. SCHEINER und CARTESIUS vertraten die Meinung, dass durch die Contraction des Strahlenkörpers die Linse convexer werde. PEMBERTON und YOUNG glaubten, die Aenderung in der Convexität träte durch Contractionen muskulöser Fasern in der Linse selbst ein. MOLINET meinte, dass durch die Contraction der vier geraden Augenmuskeln das Auge verkürzt und dadurch zum Sehen entfernter Gegenstände geeigneter werde, BOERHAVE glaubte umgekehrt, dass diese Contraction Verlängerung des Augapfels zur Accommodation für die Nähe bewirke. JURIN hatte eine stärkere Krümmung der Hornhaut für das Nahesehen postulirt. YOUNG's mit grosser Genauigkeit ausgeführte Messungen (1801) bewiesen, dass weder die Convexität der Hornhaut, noch die Länge der Augenaxe sich bei der Accommodation verändere. F. v. HALLER vertheidigte mit LE ROY die Meinung LA HIRE's, dass die eintretende Verengerung der Pupille die Accommodation für die Nähe bewirke. auch bei der Camera obscura würden die Bilder naher Gegenstände deutlicher, wenn man die Oeffnung verkleinert. Andere, wie auch MAGENDIE, leugnen sogar die Accommodation ganz (das Nähere bei HELMHOLTZ, Physiologische Optik).

Ueber den Gebrauch von Brillengläsern findet sich die erste Notiz bei PLINIUS (XXXVII. c. 5). Er erzählt von gewissen Smaragden, »dass sie das Gesicht sammelten« (visum colligere) und deshalb nicht geschnitten werden dürften, und dass der Kaiser NERO, welcher kurzsichtig war, durch einen solchen Smaragd die Kämpfe der Gladiatoren zu betrachten pflegte. Im Anfange des 14. Jahrhundert wurden die Brillen als neue Erfindung betrachtet. Ein Florentiner Edelmann, SALVINUS ARMATUS, gest. 1317, wird in seiner Grabschrift als Erfinder der Brillen bezeichnet. ALEXANDER DE SPINA, ein Mönch aus Pisa, gest. 1313, soll bei Jemand, der ein Geheimniss daraus machte, Brillen gesehen und sie nachgemacht haben. MAUROLYCUS versuchte eine Theorie der Brillen, KEPPLER gab die vollständig richtige.

III. Die Gesichtsempfindungen.

Die Reizung des Sehnervenapparates.

Ein Theil des Nervenapparates des Körpers (HELMHOLTZ) besitzt die specifische Fähigkeit, dass durch seine Erregung Empfindungen entstehen, welche dem Kreise des Gesichtssinnes angehören, und welche wir im Allgemeinen als

Lichtempfindungen bezeichnen. Wir nennen den die Lichtempfind vermittelnden Abschnitt des Nervensystems, zu welchem die Netzhaut, der Seh nerv und ein noch nicht genau abgegrenzter Theil des Gehirnes gehört, welchen die Sehnervenwurzeln eintreten, nach J. MÜLLER die Sehsinnsu stanz oder den Sehnervenapparat. Das häufigste und wichtigste R mittel für den Sehnerven ist das objective Licht. Die Netzhaut und Sehnerv liegen vor mechanischen Einwirkungen geschützt, innerhalb Umhüllungen, die jedoch zum Theil dem Lichte leicht durchgängig sind. Reizung der Netzhaut und des Sehnerven erfolgt daher mit überwiegender figkeit durch Licht. Wir bezeichnen denjenigen Theil der Aetherschwingun welcher im Auge Lichtempfindungen hervorruft, als Licht, ein Name, eigentlich nur der dadurch erregten Empfindung zugetheilt werden s Aetherschwingungen, die sich von dem Lichte nur durch eine verschie Schwingungsdauer unterscheiden, die unsere Sehsinnsubstanz nicht, wohl unseren Wärmesinnapparat erregen, bezeichnen wir als Wärme. Der U schied zwischen Licht und Wärme ist also nur ein quantitativer, kein qu tiver, wie uns unsere Sinnesempfindungen vortäuschen.

Jede beliebige Reizung des normalen Sehnervenapparates ruft ebenso die Reizung durch objectives Licht Lichtempfindungen hervor. Sie treten gesehen von der Lichtreizung ebenso ein durch Reizung aus »inneren Ursa wie durch mechanische, electrische und chemische (?) Erregung.

Bei plötzlicher mechanischer Erregung, z. B. durch Schlag oder Stoss auf Auge, erscheint, besonders lebhaft im Dunklen, ein blitzartiger, oft sehr heller, aber wieder verschwindender subjectiver Lichtschein über das ganze Gesichtsfeld hin. schränkter Druck mit einer stumpfen Spitze gegen den Augapfel erzeugt an der dem entsprechenden Netzhautstelle eine begrenzte Lichterscheinung mit hellem Centrum, umgeben von einem dunklen und einem hellen Kreise: ein Druckbild, Phosphen. den schon mehrmals erwähnten Gesetzen, nach welchen wir die Reizung der Netzhaut aussen in das Gesichtsfeld zu verlegen pflegen, erscheint die Druckfigur, wenn wir den apfel z. B. oben drücken, an der unteren Grenze des Gesichtsfeldes, drücken wir unten innen, so erscheint sie oben und aussen. Uebt man längere Zeit einen möglichst g mässigen Druck auf den Augapfel aus, so erscheinen nach kurzer Zeit wechselnde, lich zende Figuren im Gesichtsfelde in veränderlich phantastischem Spiele. Oeffnet man das gegen helle Objecte, so herrscht dann im ersten Momente Dunkelheit, aus der sich all mälig in der Mitte des Gesichtsfeldes einzelne hellglänzende Objecte herausheben. Auf mechanische Ursache, auf Zerrung des Sehnerven an seiner Eintrittsstelle sind auch jene rigen Ringe und Halbringe zurückzuführen, welche im Dunklen, bei raschen Augenbewegu auftreten, besonders bei starker Drehung des Auges nach innen, wie man sie bei der Acc modation für die Nähe auszuführen pflegt. Hustet man im Dunkeln, so wird in Folge momentanen Stauung des Blutes im nervösen Apparate des Auges dieser letztere gereizt man sieht Lichtblitze vor den Augen. Sind die Augen stärker empfindlich, so bemerkt beim Husten im Dunkeln eine allgemeine schwache Erhellung des Gesichtsfeldes, auf welch sich von dem bläulich grauen Grunde die Netzhautgefässe in stärkerem bläulich Lichte in ihrer ganzen Ausdehnung scharf abheben. Man nennt (PURKINJE, CZERMAK) schmalen Feuerring im Umkreis des Gesichtsfeldes, welcher aufblitzt, wenn man im Fin die Augen für das Sehen in nächster Nähe eingerichtet und dann plötzlich wieder für Ferne accommodirt, Accommodationsphosphen. Bei starker Accommodation für Nähe tritt beim Blick auf eine leuchtende Fläche rasch eine Verdunkelung des Gesichtsf ein, was auch auf eine dabei stattfindende mechanische Reizung hindeutet. Man hie

…er für ein wunderbares Paradoxon, dass die Netzhaut, welche fähig ist, ein so feines Agens das Licht zu empfinden, gegen grobe mechanische Misshandlungen ziemlich unempfindlist, d. h. dabei keinen in das Gebiet der Tastempfindungen gehörigen Schmerz empfinden t.* Es fehlt ihr aber nicht die Empfindlichkeit, die Form der Empfindung ist jedoch eine …ische.

Aus sogenannten »innern Ursachen« treten mannigfache Lichtempfindungen auf. Hauptsache nach mögen diese sogenannten inneren Ursachen mechanische Veränderungen er Sehsinnsubstanz sein, z. B. vermehrter Druck des Blutes in den Gefässen oder den nflüssigkeiten. Manchmal, z. B. bei narkotischen Vergiftungen, kann man an eine Art mische Reizung durch Veränderung in der Zusammensetzung des Blutes denken. …he dieser Erscheinungen sucht man wohl auch zu erklären durch Ausbreitung des Reiz- ndes innerhalb der nervösen Centralorgane von anderen Theilen des Nervensystems auf iebiet des Sehsinnes, nach dem Gesetze der Mitempfindung. Nach diesem Gesetze . B. bei manchen Personen der Anblick grosser, heller Flächen, z. B. erleuchteter Schneer, Kitzel in der Nase erregen. Derartige Mitempfindungen scheinen im Sehnervenappa- z. B. bei Hypochondern, besonders von den Empfindungsnerven der Eingeweide aus- 1 zu können. Wahre Phantasmen, Hallucinationen, d. h. subjective Lichtbilder inter äusserer Objecte, scheinen öfters auch dadurch zu entstehen, dass von den Theilen iehirnes, welche bei der Bildung von Vorstellungen thätig sind, aus inneren Ursachen undene Erregungszustände auf den Sehnervenapparat übertragen werden. Doch treten die auf inneren, mehr oder weniger krankhaften Vorgängen im Auge oder im Sehnerven ienden Lichterscheinungen nicht immer nur als unregelmässige Lichtflecken, sondern in Gestalt von Menschen, Thieren, Gegenden oder regelmässigen Mustern auf (Nägeli, …r). Man hat dabei das entschiedene Gefühl, wirklich zu sehen, welches nicht nur bei n und Fieberkranken, sondern auch bei Gesunden Ursache von Täuschungen wer- …ann (J. Müller).

Niemals ist das dunkle Gesichtsfeld auch bei gesunden Menschen von subjectiven Licht- einungen vollkommen frei. Man hat sie als Lichtchaos oder Lichtstaub des klen Gesichtsfeldes bezeichnet. Das Gesichtsfeld ist, unregelmässig mit den Athem- wechselnd, schwach beleuchtet, mit schwankenden Lichtflecken bedeckt, Moosstielchen, …rn, Nebelstreifen ähnlich, die besonders in unbekannten dunkelen Räumen sich auch hantasmen gestalten können. Häufig sehe ich das sonst schwarze Gesichtsfeld mit …st feinen, aber regelmässig angeordneten Lichtpünktchen bedeckt, welche bei aufmerk- Betrachtung regelmässige eckige Formen zeigen. Purkinje sah feine Pünktchen, welche …wegten und lichte Streifchen hinter sich zurückliessen. Bei raschem Erheben aus …aler Lage treten hier und da grössere glänzende, sich bewegende Funkenerschei- gen auf.

Schwankungen electrischer Ströme sind für den Sehnervenapparat, wie für brigen Nerven, starke Erregungsmittel. Man darf, wegen der Nähe des Gehirnes, bei Untersuchungen nur schwache Ströme verwenden. Schon bei Schliessung oder Oeff- schwacher Ströme zeigen sich starke Lichtblitze, die bei gleicher Stromintensität stärker wenn der Sehnerv in aufsteigender Richtung durchflossen wird (Pfaff). Leitet man konstanten Strom dauernd durch den Sehnerven und das Auge (Helmholtz), so treten derungen der Reizbarkeit ein, die ebenfalls nach der Stromrichtung verschieden sind. einen schwachen aufsteigenden Strom wird das dunkle Gesichtsfeld des geschlos- Auges heller als vorher und nimmt eine weisslich violette Farbe an. Im ersten Augen- erscheint die Eintrittsstelle des Sehnerven als eine dunkle Kreisscheibe. Die Erhellung t schnell an Intensität ab und verschwindet ganz bei der Unterbrechung des Stromes, er Verdunkelung des Gesichtsfeldes stellt sich nun eine röthlich gelbe Färbung des lichtes der Netzhaut ein. Bei Schliessung des Stroms in absteigender Richtung wird das Eigenlicht der Netzhaut dunkler und röthlich gelb gefärbt, die Eintrittsstelle des rven erscheint als blaue Scheibe auf dunklem Grunde. Bei Unterbrechung des Stromes

hellt sich das Gesichtsfeld wieder auf und erscheint nun bläulich weiss erleuchtet, nerveneintritt dunkel. Lässt man die Electricität durch einen schmalen Zuleiter in den Augapfel selbst eintreten, so erscheint die Hälfte des Gesichtsfeldes, wechs der Stromrichtung, hell, die andere dunkel. HELMHOLTZ verglich diese Abwechs Aenderung im Erregungszustande des Sehnerven durch den konstanten Strom mit de der Erregbarkeit im Electrotonus. Die Erscheinungen erklären sich aus dem tonischen Zustande der radial verlaufenden Nervenfasern der Netzhaut, wenn man dass an ihrem hinteren Ende eine fortdauernde schwache Reizung durch innere Ur halten wird, wie eine solche in dem Eigenlichte der Netzhaut sich zu erkennen gi Fasern von einem Mittelpunkte ausstrahlen, so werden, wenn ein electrischer Strom haut durchsetzt, die entgegengesetzt verlaufenden auch in die entgegengesetzten Ele phasen verfallen müssen, da die einen aufsteigend, die anderen absteigend durchstr den. So wird also auf der einen Seite des Netzhautcentrums Erhöhung, auf der Verminderung der Erregbarkeit herrschen, was den obigen Angaben entspricht. starken Strömen sah RITTER eine Umkehr der oben beschriebenen Färbung des Netzh lichtes eintreten. Bei der zweiten Art der Zuleitung wirkt Stromunterbrechung wie Stromumkehr.

Die lichtempfindlichen Apparate.

Wie die übrigen Nervenapparate kann, wie wir sahen, der Sehn apparat durch die allgemeinen Nervenreize in den Erregungszustand werden. Die Fähigkeit, durch objectives Licht erregt zu werden, ist ihm allein eigenthümlich. Das objective Licht gehört nicht zu den meinen Nervenreizmitteln und selbst auch die Nervenfasern des nerven und der Retina können dadurch nicht in Erregung werden. Nur in specifischen Reizapparaten an den Enden cusfasern in der Netzhaut, in den Zapfen und Stäbchen vermag da tive Licht den Anstoss zu einer Nervenerregung zu geben. Diese empfindlichen Elemente der Netzhaut unterscheiden sich dur Fähigkeit der Lichtempfindung functionell von allen übrigen Theilen d vensystemes. Sie nur sind im Stande, auf eine für uns noch unbekannt das Licht in einen Nervenreiz umzusetzen. Nur soviel steht darüber fe erst secundär, in Folge gewisser durch das Licht in den lichtempfin Apparaten hervorgerufener Veränderungen die mit ihnen verbundenen des Opticus gereizt werden. Wir wissen aber noch nicht, ob diese re Veränderungen in einer mechanischen Vibration bestehen, oder in ein trischen Umlagerung der Moleküle in der Weise, wie sie bei der Rei electromotorischen Moleküle der Muskeln und Nerven nach E. DU BOIS-R erleiden, oder in einer Erwärmung, oder ob, wie man gegenwärtig n Entdeckung der Retinalpigmente vorwiegend geneigt ist anzunehmen, d empfindliche Netzhautschicht ein photochemischer Apparat ist.

Der Beweis dafür, dass die Nervenfasern der Retina nicht direc Licht erregt werden können, ist durch den Nachweis des **blinden Flecks** geführt worden. An der Stelle, an welcher der Sehnerv in das Auge liegt die Masse der Nervenfasern frei gegen die durchsichtigen Theile de gekehrt, sie ist so durchscheinend, dass das Licht, welches auf sie fällt, lich in sie eindringen kann. Hier fehlt aber, wie wir wissen, die Stä

-n Zapfenschicht und es zeigt sich, dass das Licht, welches auf die -ntrittsstelle des Sehnerven fällt, nicht empfunden wird -g. 220).

Fig. 220.



Schliesst man das rechte Auge und fixirt, ohne mit dem Blick seitwärts zu -wanken, mit dem linken Auge das weisse Kreuzchen in der oben stehenden -ur und bringt das Buch in der gewöhnlichen horizontalen Richtung der Zeilen eine Entfernung von etwa einem Fuss vom Auge, so findet man leicht eine -wisse Stellung, in welcher der weisse Kreis gänzlich verschwunden ist und -r schwarze Grund ununterbrochen erscheint. Ebenso kann man alle auf den -eis gelegten, weissen, schwarzen oder farbigen Gegenstände von gleicher -össe verschwinden lassen. Es existirt sonach im Gesichtsfelde und entspre--end in der Netzhaut eines jeden Auges eine gewisse Stelle, an welcher nichts -sehen wird, ein blinder Fleck. Diese Stelle ist, wie man aus den optischen -össen- und Lagebestimmungen, sowie aus objectiven und subjectiven Beob--htungen mit dem Augenspiegel (Donders, Coccius) findet, die Eintritts--elle des Sehnerven. Der Versuch zeigt uns, dass der blinde Fleck, -tsprechend der Lage des Sehnerveneintritts, im Gesichtsfelde nach aussen -m Fixationspunkte, in der Netzhaut sonach gegen die Nasenseite zu von dem -tte des directen Sehens, des gelben Flecks gelegen sei. Seine Form ist eine -nig unregelmässige Ellipse, an der sich noch einige schmale Ansätze, die -emlich weit in das Feld der Netzhaut hineinragen, die Anfänge der grösseren -fässstämme, erkennen lassen. Zur weiteren Bezeichnung der Grösse des -inden Flecks im Gesichtsfelde führt Helmholtz an, dass auf seinem Durch--sser neben einander 11 Vollmonde Platz haben würden, und dass in ihm ein -bis 7 Fuss entferntes menschliches Gesicht verschwinden kann.

Ein directer Beweis dafür, dass nur die hinteren Schichten der Netzhaut -Lichtempfindlichkeiten besitzen, ergibt sich daraus, dass wir im Stande sind, -optisch den Schatten der Netzhautgefässe wahrzunehmen. Letztere liegen -der Schicht der Nervenfasern, und ihre feinen Verzweigungen treten auch in -Schicht der Nervenzellen und in die fein granulirte Schicht ein. Aus den -wegungen des Gefässschattens bei Bewegung der Lichtquelle mussten wir -liessen, dass die den Schatten empfindende Schicht in sehr geringer Entfer--ng hinter den Gefässen liege. H. Müller berechnete diese Entfernung zu -7 bis 0,36 mm, und seine Messungen ergaben, dass die Entfernung der Ge--se von der Stäbchen- und Zapfenschicht wirklich zwischen 0,2 bis 0,3 mm -rägt, sodass damit bewiesen ist, dass die lichtempfindliche Schicht in den -sseren Netzhautschichten zu suchen ist. Noch weiter anschaulich

wird uns die Bedeutung der Stäbchen- und Zapfenschicht aus dem oben beschriebenen Bau des gelben Flecks, in welchem die übrigen Netzhautschichten die bekannte Reduction zeigen. Sowohl den Stäbchen als den Zapfen kommt nach den Beobachtungen von M. Schultze die Lichtempfindlichkeit zu, doch zeigt das alleinige Vorkommen von Zapfen im gelben Flecke, dem Ort des directen und schärfsten Sehens, dass die Zapfen, obwohl sie nach Kühne keinen Sehpurpur enthalten sollen, zum wenigsten einen gewissen Vorzug vor den Stäbchen besitzen. Auch aus dem Grade der Genauigkeit, den das Sehen erreichen kann, rechtfertigt sich die Annahme, dass die Stäbchen und Zapfen die letzten empfindenden Elemente der Netzhaut bilden. Das beste von E. H. Weber untersuchte Auge konnte zwei weisse Striche, deren Mittellinien 0,00526 mm (= 73 Secunden Gesichtswinkel) von einander abstanden, noch als gesondert unterscheiden; Helmholtz gelingt die Unterscheidung bei stärkerer Beleuchtung und möglichst günstigen Umständen noch bei einem Abstand von nur 0,00440 mm (= 63″ G. W.), nach den Angaben von Hook kann ein gewöhnliches Auge zwei Sterne, deren scheinbarer Abstand von einander 0,06438 mm (= 60″ G. W.) beträgt, sicher als gesondert unterscheiden. Nach Volkmann und Hirschmann bekommt man noch kleinere Werthe bis zu 0,00356 mm (= 50″ G. W.). Nach Messungen von H. Müller beträgt die Dicke der Zapfen im gelben Flecke 0,0015 bis 0,0020 mm, nach M. Schultze bis 0,0025, nach Welcker von 0,0031 bis 0,0036 mm. Ihre stabförmigen Enden fand Schultze zu 0,00066 mm. Ihre Feinheit reicht sonach für die Erklärung der Schärfe des Unterscheidungsvermögens des Auges aus.

Nach den Seitentheilen der Netzhaut zu nimmt die Unterscheidungsfähigkeit von dem Netzhautcentrum aus ab, und zwar nach oben und unten schneller als nach der äusseren Netzhautseite hin (Aubert und Förster). Da sich eine gleich starke Abnahme der Genauigkeit der optischen Bilder nach den Seitentheilen der Netzhaut zu, wenigstens am ausgeschnittenen Kaninchenauge, nicht findet, so scheint aus dieser Beobachtung hervorzugehen, dass überhaupt die Unvollkommenheit des Sehens auf den seitlichen Netzhauttheilen nicht sowohl von der grösseren Undeutlichkeit der optischen Bilder, als vielmehr von der geringeren Empfindlichkeit der Netzhaut abhängig sei.

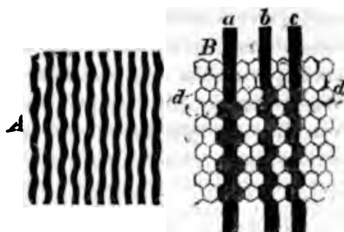
Das Licht, welches auf ein einziges lichtempfindendes Netzhautelement fällt, wird sie nur eine einzige Lichtempfindung hervorrufen. Lichtstarke Objecte, auch von verschwindend kleiner, scheinbarer Grösse, wie die Fixsterne, können, obwohl ihre Grösse geringer ist als die eines lichtempfindenden Elementes, vom Auge wahrgenommen werden. Dagegen können zwei helle Punkte nur dann getrennt erkannt werden, wenn der Abstand ihrer Bilder grösser ist als die Breite eines Netzhautelementes. Wäre er kleiner, so würden beide Bilder immer auf dasselbe oder auf zwei benachbarte Nervenelemente fallen müssen. Im ersteren Fall würden beide Lichtpunkte nur eine einzige Empfindung hervorrufen, im zweiten Fall zwar zwei, aber in benachbarten Elementen, wobei wohl kaum eine Entscheidung möglich wäre, ob zwei gesonderte Lichtpunkte oder einer, dessen Bild auf die Grenze beider Elemente fällt, die Reizung verursachte. Ist der Abstand der beiden hellen Bilder oder wenigstens ihrer Mitte von einander grösser als die Breite eines empfindenden Elements, erst dann können die beiden Bilder auf zwei verschiedene Elemente fallen, die sich gegenseitig nicht berühren und zwischen denen ein Element zurückbleibt, welches nicht oder wenigstens schwächer als die beiden ersten von Licht getroffenen wird (Helmholtz).

Volkmann schloss aus seinen oben erwähnten Versuchen, dass die Zapfen des gelben Flecks nicht fein genug seien, um die Feinheit des Unterscheidungsvermögens, dessen Minimalgrösse etwa 30 mal kleiner als die Zapfendurchmesser seien, zu erklären. Es kann in die-

ang noch daran erinnert werden, dass der faserige Bau des Körpers, der Zapfen und ervösen Fortsätze darauf zu deuten scheinen (M. SCHULTZE), dass sie noch eine feinere ır besitzen, die eine noch viel weiter gehende Unterscheidungsfähigkeit erklären könnte, wir diese Fasern als letzte empfindende Elemente betrachten dürften.

ır Prüfung der Feinheit des Unterscheidungsvermögens benutzte ›LTZ ein feines, vor den hellen Himmel gestelltes Drahtgitter, bei welchem der Zwiaum zwischen den schwarzen Drähten gleich var wie die Drähte selbst. An der Grenze ıterscheidungsvermögens fand HELMHOLTZ eine nde Formveränderung der geraden hellen und en Linien. Die weissen Streifen erschienen zum rellenförmig gekrümmt, zum Theil perlschnurmit abwechselnd dickeren und dünneren Stellen. rt diese Unregelmässigkeit auf das Mosaik der zurück, deren auf dem Durchschnitt etwa sechs-Elemente bei reihenweise (linienförmig) statter Erregung nur je eines Netzhautelementes Krümmungen der erregenden geraden Lichtlinie ıchen müssen. Es kommt hierbei sonach die Gestalt der erregten Netzlementarflächen direct zur Beobachtung (Fig. 221).

Fig. 221.



r ärztlichen Bestimmung der Sehschärfe werden in der Regel Buchstaben von verschiedener benutzt, welche man aus grösserer Entfernung und mit passender Unterstützung der nodation durch Brillengläser betrachten lässt. Man benutzt als Maass der Sehfe einen Bruch, dessen Zähler der Abstand ist, in welchem jene Buchstaben noch werden konnten, dessen Nenner dagegen die Entfernung ist, aus der sie unter einem von 5 Winkelminuten erscheinen. Die letzteren Entfernungen sind bei den Buchnproben, welche SNELLEN veröffentlicht hat, angegeben. Im Durchschnitt ist diese ;keit nach DE HAAN im 10ten Lebensjahre gleich 1,1, im 40 sten gleich 1,0, im 80sten ı,5, und nimmt mit steigendem Lebensalter continuirlich ab. Bei sehr starker Beleuchıd Correction des Astigmatismus findet man die Sehschärfe um $^1/_3$ oder $^1/_4$ grösser als « (E. JAVAL).

Farbenwahrnehmungen.

ie Lichteindrücke auf unser Sehorgan zeigen qualitative Verschieden-. Das objective Sonnenlicht ist aus Licht von verschiedener Schwingungszusammengesetzt, welches sich in physikalischer Beziehung durch verene Wellenlänge, Brechbarkeit und Absorptionsfähigkeit in gefärbten ınzen unterscheidet. Subjectiv, physiologisch unterscheiden wir Licht ›rschiedener Schwingungsdauer dadurch, dass es in unserem Auge die ıdung verschiedener Farben erregt.

ısen wir eine feine Lichtlinie des Sonnenlichtes durch ein Prisma treten, so erscheint tlich ihr prismatisches Bild: prismatisches Spectrum, dem Beobachter als ein ; Rechteck, dessen der Lichtquelle zugekehrtes Ende roth, das entgegengesetzte violett wischen liegen, in einander übergehend, noch eine Reihe anderer Farben, zunächst am ·ange, dann Gelb, Grün, Blau, endlich Violett. Das Ende des Spectrums bildet das htschwache Ultraviolett, das erst sichtbar wird, wenn der übrige hellere Theil des ıms sorgfältig abgeblendet ist. Seine Farbe ist für die Mehrzahl der Augen bei geringer tensität indigoblau, bei grösserer bläulichgrau. Am leichtesten kann das Ultraviolett das Phänomen der Fluorescenz sichtbar gemacht werden, indem man das ultra-

violette Licht auf fluorescirende Stoffe, wie saures schwefelsaures Chinin, mit Uran ge Glas, Aesculin, Kaliumplatincyanür etc. fallen lässt. Die ultravioletten Strahlen werd diesen fluorescirenden Stoffen in gemischtes weisslichblaues Licht von mittlerer Brech umgesetzt, für welches das Auge viel empfindlicher ist, als für das ultraviolette Licht Auf der violetten Seite können wir also das Spectrum, wie es scheint, bis zu seinem wahrnehmen, auch auf der rothen Seite können wir durch vorsichtige Abblendung noch des Spectrums zur Anschauung bringen, welche für gewöhnlich unsichtbar bleiben reicht hier das Spectrum noch weiter als es vom Auge wahrgenommen werden kann, rothen Strahlen folgen unsichtbare Wärmestrahlen. Der Grund ihrer Unsich scheint darin zu beruhen, dass sie von den Augenmedien absorbirt werden. Nach d suchen von Cima lässt das Auge nur 9%, nach F. Klug etwa $\frac{1}{5}$ (S. 816) der einf Wärme durch. Die geringe Wirkung des ultravioletten Lichtes auf die Netzhaut rührt von einer geringen Empfindlichkeit der Netzhaut für dasselbe her, da die Beobachtu weisen, dass die ultravioletten Strahlen bei dem Durchgang durch die Augenmedien, lich durch die Krystalllinse, zwar merklich (Brücke), aber doch nicht bedeutend g schwächt werden, um ihre Undeutlichkeit zu erklären. Die Schwächung rührt dal die Hornhaut und die Linse des lebenden Auges, vielleicht auch die Netzhaut selb merklichen Grad von Fluorescenz zeigen, sie strahlen weisslich-blaues Licht aus, we violettes Licht auf sie fällt. Die fluorescirenden Substanzen absorbiren aber die theilweise, durch welche ihre Fluorescenz hervorgerufen wird.

Helmholtz gibt folgende Tabelle über die den Fraunhofer'schen Lini sprechenden Farbentöne und ihre Wellenlängen, letztere ausgedrück Hunderttausendtheile eines Millimeters.

Linie:	Wellenlänge:	Farbe:	Linie:	Wellenlänge:	Farb
A.	7617	äusserstes Roth.	L.	3824	
B.	6878	Roth.	M.	3741	
C.	6564	Grenze des Roth u. Orange.	N.	3532	
D.	5888	Goldgelb.	O.	3383	Ueber
E.	5260	Grün.	P.	3307	
F.	4843	Cyanblau.	Q.	3243	
G.	4291	Grenze des Indigo u. Violett.	R.	3108	
H.	3929	Grenze des Violett.			

Complementärfarben. Mit der Verschiedenheit der Wellenlänge der baren Lichtstrahlen wechselt die Farbenempfindung; einer bestimmten W länge des sichtbaren Lichtes entspricht in jedem Auge mit normaler F empfindlichkeit eine bestimmte Farbenempfindung.

Die bekannten Farben des Spectrums nennen wir vorzugsweise ein Farben. Lassen wir gleichzeitig oder sehr rasch hinter einander zw schiedene einfache Farben auf dieselbe Stelle der Netzhaut einwirken, o identische Stellen der beiden Netzhäute (?), so entstehen neue Farbene dungen, welche durch die einfachen Spectralfarben nicht hervorgerufe den, wir bezeichnen sie als Purpur und als Weiss. Purpurroth e durch Mischung der einfachen Farben, die am Ende des Spectrums steh gesättigtsten durch die Mischung von Violett und Roth. Weiss entsteht Mischung verschiedener Paare von einfachen Farben. Man benennt die F welche in einem bestimmten Verhältnisse gemischt weiss geben, als com mentäre Farben. Es sind complementär: Roth und Blaugrün; Oran Cyanblau; Gelb und Indigoblau (Ultramarin); Grüngelb und Violett; Grü Purpur. Zu beachten ist, dass die Lichtintensitäten zweier einfacher Fa

be zusammen Weiss geben, dem Auge nicht immer gleich hell erscheinen. eres ist nur bei der Mischung von Cyanblau und Orange der Fall. Violett, oblau und Roth erscheinen dunkler als die complementären Mengen des gehörigen Grüngelb, Gelb oder Grünlichblau.

Nimmt man aus weissem, aus allen Spectralfarben gemischtem Lichte eine , d. h. die Strahlen einer Wellenlänge weg, so geben alle anderen zuien das Complement zu dieser wahrgenommenen Farbe. Entzieht man dem weissen Lichte die ultramarinblauen Strahlen, so erscheint das übrig ende Licht gelb. Dieses Gelb ist aber von dem monochromatischen Gelb pectrums wesentlich verschieden. Die Farben, welche aus Strahlen nur Wellenlänge bestehen: die Spectralfarben, erscheinen, wie in unserem iel das Gelb, im Allgemeinen weit gesättigter als dasjenige Gelb der- n Farben, die aus Strahlen verschiedener Wellenlängen gemischt sind, denen nur die eine Farbe, z. B. Gelb, dadurch überwiegt, dass ihr das lement genommen ist. Diese letzteren Farben sind eigentlich Weiss, dem e Strahlen zugemischt sind. Die Sättigung der Farbe ist also bei den ralfarben am grössten; alle anderen Farben kann man betrachten als aus bestimmten Spectralfarbe bestehend, der noch Weiss oder Grau zugemischt e geringer die Menge des zugemischten neutralen Lichtes (weiss oder grau) esto gesättigter, je grösser die Zumischung, desto weniger gesättigt er- it die Farbe.

ie Resultate der Mischung solcher Farben, welche nicht complemen- ind, fasst Helmholtz in folgende Regel zusammen: Wenn man zwei ein- Farben mischt, welche im Spectrum weniger von einander entfernt sind, mplementärfarben, so ist die Mischung eine der zwischenliegenden Farben ieht desto mehr in das Weisse, je grösser der Abstand der gemischten n ist, wird dagegen um so gesättigter, je kleiner der Abstand. Mischt man en zwei Farben, die in der Spectralreihe weiter von einander abstehen, mplementärfarben, so erhält man Purpur oder solche Farben, die zwischen der gemischten und dem entsprechenden Ende des Spectrums liegen. Die ung ist um so gesättigter, je grösser der Abstand der gemischten Farben ectrum ist.

e Farbenmischungsresultate sind übersichtlich in folgender Tabelle zusammengestellt oltz). An der Spitze der vertikalen und horizontalen Columnen stehen die einfachen ; wo sich die betreffende vertikale und horizontale Columne schneiden, ist die Misch- angegeben, welche übrigens immer bei verändertem Mischungsverhältnisse durch die Spectralreihe dazwischen liegenden Farben in jede der beiden einfachen Farben der ng übergehen kann.

	Violett	Indigoblau	Cyanblau	Blaugrün	Grün	Grüngelb	Gelb
	Purpur	dk. Rosa	wss. Rosa	Weiss	wss. Gelb	Goldgelb	Orange
s	dk. Rosa	wss. Rosa	Weiss	wss. Gelb	Gelb	Gelb	
	wss. Rosa	Weiss	wss. Grün	wss. Grün	Grüngelb		
elb	Weiss	wss. Grün	wss. Grün	Grün			
	wss. Blau	Wasserblau	Blaugrün				
ün	Wasserblau	Wasserblau					
lau	Indigoblau						

dk. = dunkel.
wss. = weisslich.

Die Methoden der Farbenmischung sind (HELMHOLTZ): 1) Bringt man ver dene Spectra oder verschiedene Theile eines Spectrums zur Deckung, so erhält man d sammensetzung je zweier einfachen Farben. 2) Man blickt durch eine ebene Glas schiefer Richtung nach einer farbigen Fläche, während die dem Beobachter zugekehr ihm gleichzeitig Licht eines andersfarbigen Objectes durch Reflexion zusendet. So ge das Auge des Beobachters zugleich von der Glastafel durchgelassenes Licht der ei reflectirtes Licht der anderen Farbe, und beide treffen dieselben Theile der Netzhaut. lässt auf dem Farbenkreisel (cf. unten) Scheiben schnell rotiren, auf denen vers farbige Sectoren angebracht sind. Ist die Rotation schnell genug, so verbinden sich drücke, welche die verschiedenen Farben auf die Netzhaut machen, zur Empfindu einzigen Farbe, der Mischfarbe. CZERMAK schlug den modificirten SCHEINER'schen Ve demselben Zwecke vor. Nicht angewendet werden darf die Methode der Misch veriger oder flüssiger Pigmente, da wegen der hierbei eintretenden Absorption Farben der gemischte Farbstoff keineswegs ein Licht gibt, welches die Summe der einzelnen in der Mischung enthaltenen Farbstoffen reflectirten Lichter ist.

Die Grundfarben. Durch Mischung dreier einfacher Farben erhalten ganze Zahl der möglichen Farbenunterschiede, so dass wir durch Misch mehr als drei homogenen Farben nun keine neuen Farben mehr erhalte Zahl der möglichen als Farbenempfindungen auftretenden Erregungsz des Sehnervenapparates ist sonach eine beschränkte und verhältnis geringe.

Der Sprachgebrauch bezeichnet jedoch auch noch Unterschiede in de stärke als Arten von Farben. - Mangel an Licht wird als Dunkelheit b net; als schwarz bezeichnen wir Körper, welche das auffallende Lic reflectiren, andere, welche alles auffallende Licht diffus reflectiren, nen weiss. Körper, die von allem auffallenden Lichte einen gleichen gerin theil reflectiren, heissen grau, solche, welche das Licht gewisser Farben als anderes reflectiren, farbig. Lichtschwache gesättigte Farben werde den Beisatz »dunkel« unterschieden, z. B. dunkelroth; bei äusserst g Lichtstärke nennen wir Roth Rothbraun, Gelb Braun, Grün Olivengrün die Farben bei geringer Lichtstärke überwiegend weisslich, so bezeichn sie durch Zusammensetzung mit grau: röthlichgrau, gelbgrau, blaugrau

Das Schwarz ist, obwohl es durch Abwesenheit des Lichtes hervorg wird, eine wahre Empfindung, die wir deutlich von dem Mangel aller dung, wie er z. B. den Objecten hinter unserem Rücken entspricht, scheiden.

Jede Mischfarbe kann hergestellt werden durch Mischung einer g Quantität weissen Lichtes mit einer gewissen Quantität einer gesättigte (Spectralfarbe oder Purpur) von bestimmtem Farbentone. Die Qualit jeden Farbeneindrucks ist objectiv von drei veränderlichen Grössen ab von der Lichtstärke, dem Farbenton, und dem Sättigungsg oder mit anderen Worten 1) von der Quantität und 2) von der Wel einer Spectralfarbe und 3) von der zugemischten Quantität Weiss.

Das Gesetz unserer subjectiven Farbenempfindung sche diesem objectiven Gesetze verschieden zu sein. Man hat in frühe vielfältig versucht, alle Farben als Mischungen von veränderlichen Qua dreier Farben, der sogenannten Grundfarben, zu betrachten. W

en Grundfarben auch keine objective Bedeutung zuerkennen können, so int es doch möglich, die subjectiven **Farbenempfindungen** auf drei **Grundfarbenindungen** zurückzuführen. Diese Hypothese wurde von THOMAS JOUNG im ing dieses Jahrhunderts aufgestellt und von HELMHOLTZ und neuerdings von :KE, MAX SCHULTZE u. A. acceptirt und dadurch in der Physiologie zur Geltung acht. HELMHOLTZ stellt die TH. JOUNG'sche Annahme folgendermassen dar:

1) Es gibt im Auge drei Arten von Nervenfasern. Reizung der en erregt die Empfindung des Roth, Reizung der zweiten die Empfindung Grün, Reizung der dritten die Empfindung des Violett.

2) Objectives homogenes Licht erregt diese drei Arten von Fasern je nach er Wellenlänge in verschiedener Stärke. Die rothempfindenden Fasern weram stärksten erregt von dem Lichte grösster Wellenlänge, die grünempfinlen von dem Lichte mittlerer Wellenlänge, die violettempfindenden von dem te kleinster Wellenlänge. Indess ist dabei nicht ausgeschlossen, muss vielr zur Erklärung einer Reihe von Erscheinungen angenommen werden, dass Spectralfarbe alle Fasern erregt, aber die einen schwach, die anderen stark. einfache Roth erregt stark die rothempfindenden, schwach die beiden ren Faserarten; Empfindung: roth. Das einfache Gelb erregt mässig stark roth- und grünempfindenden, schwach die violetten; Empfindung: gelb. einfache Grün erregt stark die grünempfindenden, viel schwächer die beianderen Arten; Empfindung: grün. Das einfache Blau erregt mässig stark grün- und violettempfindenden, schwach die rothen; Empfindung: blau. einfache Violett erregt stark die gleichnamigen, schwach die anderen rn; Empfindung: violett. Erregung aller Fasern in ziemlich gleicher Stärke die Empfindung von Weiss oder von weisslichen Farben.

Eine frühere Zeit, welche den Erregungsvorgang in den Nerven aus Schwingungen eines venäthers zu erklären suchte, konnte daran denken, dass die Schwingungen des Lichts sich vielleicht direct in Schwingungen des Nervenäthers umsetzten. Es schien nichts Vege zu stehen, den verschiedenen Wellenlängen des Lichtäthers entsprechend auch die rch erregten Schwingungen des Nervenäthers sich von verschiedener Wellenlänge vorllen. Jede Opticusfaser wäre dann im Stande, alle verschiedenen Farbeneindrücke zu n, jeder Farbe würde ein eigener, specifischer Erregungszustand der Faser entsprechen. e Annahme steht in directem Widerspruch mit der Grundhypothese der specifischen gien: dass der Erregungszustand im Nerven stets ein und derselbe sei, und dass der rschied in der Nerventhätigkeit bedingt werde durch die Verschiedenheit der normalen organe der Nerven, welche nur durch bestimmte Reize angesprochen werden können, und h die Verschiedenheit der Erfolgsorgane der Nerven, welche auf den ihnen von ihren ren zugeleiteten Reizzustand, mag er nun durch die normale Erregung der Reizorgane, durch directe anderweitige Reizung des Nerven hervorgerufen sein, immer nur mit einem lem Kreise ihrer specifischen Energie gehörigen Erfolge antworten. Dieses Princip wird ahrt, wenn wir für jede specifische Farbenempfindung eigene Reiz- und Erfolgsorgane in Sehsinnapparate annehmen. Die TH. YOUNG'sche Hypothese sucht die nothwendige Zahl verschiedenen Reiz- und Erfolgsorgane auf die drei genannten zu beschränken.

Man sucht die Hypothese zu stützen zunächst mit den Beobachtungen über **Farbenblind-**, Daltonismus. Wenn die Farbenempfindungen eines für Farben normal empfindlichen es auf drei Grundfarbenempfindungen zurückgeführt werden können, so kommen Augen , deren Farbenempfindungen nur aus zwei Grundfarbenempfindungen zusammengesetzt heinen. Es kommen farbenblinde Augen zur Beobachtung, welchen bei Betrachtung des

Spectrums die Farbenempfindung des rothen Endes desselben fehlt: Rothblindh
sehr seltenen Fällen beobachtete man ein Fehlen des violetten Endes des Spectrums:
lettblindheit; am häufigsten ist die Grünblindheit. Bei grünblinden Augen
diejenigen Lichtwellen, welche in den normalen Augen die Grünempfindung hervorru
eine Helligkeits-, aber keine Farbenempfindung. O. Becker beobachtete einen Fall
geborener, einseitiger totaler Farbenblindheit; die Lichtempfindung des
blinden (linken) Auges war nur wenig geringer als die des in seinem Farbensinn
Feinste ausgebildeten rechten. (O. Becker macht hiebei darauf aufmerksam, dass
räthselhafte Ueberspringen einer Generation bei Vererbung von Farbenblindheit
durch derartige zwischengeschobene einseitige und daher unbemerkt bleibende Farb
heit der scheinbar übersprungenen Generation handeln möge.) Am längsten bekann
sogenannte Rothblindheit (Dalton). Ausgeprägt rothblinde Augen sehen im Spect
zwei Farben, die meist als Blau und Gelb bezeichnet werden. Als Gelb erschei
Orange, Gelb und Grün, die grünblauen Töne werden als Grau, der Rest der Spectr
als Blau bezeichnet. Solche Augen verwechseln Zinnoberroth mit Braun und Grün,
mit Gelb, Rosaroth mit Blau. Bei Versuchen, welche Helmholtz mit dem Farbenk
einem Rothblinden anstellte, erschien Zinnoberroth identisch mit einer Mischung
Gelb mit 325° Schwarz, die für das normale Auge Dunkelolivengrün gab. Mit Grün
identisch eine Mischung von 327° Gelb, 33° Blau, für das normale Auge Graugelb.
identisch 165° Gelb und 195° Blau, für das normale Auge schwach röthlich grau.
aus Roth, Gelb, Grün, Blau alle beliebigen Farbentöne mischen kann, so ergibt der
dass bei dem untersuchten Auge alle aus Gelb und Blau gemischt werden könnten. Grü
urtheilen sicher über die Uebergänge zwischen Violett und Roth, verwechseln aber Gr
Blau und Roth, auch sie unterscheiden nur zwei Farbentöne im Spectrum, welche
scheinlich ziemlich richtig Blau (resp. Violett, Preyer) und Roth nennen. Es kom
möglichen Abstufungen von normaler Farbenempfindlichkeit durch verminderte Em
keit bis zur gänzlichen Unempfindlichkeit vor. Hier und da war die Farbenblindheit
geboren, sondern sie trat plötzlich ein nach schweren Kopfverletzungen und An
des Auges. G. Wilson fand im Durchschnitt einen relativ Farbenblinden unter 17,7
Er u. A. machen auf die Gefahren aufmerksam, welche aus der Farbenblindheit
gehen können, bei der Unfähigkeit, farbige Signale zu erkennen, wie sie auf Sch
Eisenbahnen üblich sind.

Die Fähigkeit, Farben wahrzunehmen, ist für jedes Auge eine beg
die verschiedenen Netzhautabschnitte zeigen darin deutliche Verschiedenheiten. U
Farbe wahrnehmen zu können, muss dieselbe ein Feld von gewisser Ausdehnung be
oder es muss wenigstens eine bestimmte Menge farbigen Lichtes auf die Netzhaut
die Grösse des farbigen Feldes muss bei der Betrachtung mit den Seitentheilen der N
mehr und mehr zunehmen. Ist das farbige Licht für die Farbenwahrnehmungen zu k
erscheint es auf hellerem Grunde Grau oder Schwarz, auf dunklerem Grunde Gr
Weiss. Ist die Menge des ausgesendeten Lichtes sehr gross, wie z. B. bei den farbi
sternen, so können wir auch die Farbe unendlich kleiner Farbenfelder noch unters
Auf schwarzem Grunde erschienen Aubert grüne und gelbe Quadrate von 1 mm Seite
Entfernung von 16 Fuss, als graue Punkte, rothe schon bei 12 Fuss. Blau behielt un
Umständen seine Farbe bis an die Grenze der Sichtbarkeit. Vor dem Verschwind
Roth und Grün deutlich gelb, Blau scheint direct ohne Farbenänderung in Grauweiss
gehen. In den Mischungen aus Blau und Roth überwiegt an den Grenzen des Gesich
und der Netzhaut das Blau, Weiss erscheint Grünblau, Purpur rein blau, Roth, Oran
und Grün als gelblich (Holmgreen). Daraus ergibt sich, dass die Netzhaut am Rand
blaues und grünes Licht empfindlicher ist als gegen rothes, ihre Farbenempfindlichkeit
sich dort einigermassen der bei Rothblindheit. In der äussersten Peripherie f
Farbenempfindung ganz, alle Farben werden nur grau gesehen (Holmgreen), was m
Fehlen der Zapfen an der Peripherie zusammentrifft.

Intensität und Dauer der Lichtempfindung.

Die Intensität der Lichtempfindung ist keine einfache Function der Inten-
it des objectiven Lichtes, welches die Retina reizt; sie wächst im Allgemeinen gleichartiges Licht nicht einfach proportional der objectiven Lichtstärke. ch FECHNER steigt die subjective Empfindung der Helligkeit in arithmetischer gression, wenn die objective Helligkeit in geometrischer Progression wächst. e jeder Nervenreiz eine gewisse Stärke erreichen und überschreiten muss, eine Nervenerregung hervorzurufen, so existirt auch für die Erregung der inalelemente eine untere Reizschwelle oder unterer Schwellenwerth CHNER), eine bestimmte Höhe, welche der objective Lichtreiz erreichen und erschreiten muss, damit überhaupt eine Lichtempfindung entsteht. Die Reizwelle liegt für Roth am höchsten und scheint von da gegen das Ende des ectrums ziemlich continuirlich abzufallen. Auch sonst entsprechen die insten noch wahrnehmbaren Abstufungen der Lichtempfindung nicht gleichen ferenzen der objectiven Helligkeit. Bei schwacher Beleuchtung kann man h Helligkeitsdifferenzen wahrnehmen, die bei stärkerer Beleuchtung verwinden. Ein Licht von der Stärke des Mondlichtes wirft einen wahrnehmen Schatten auf eine weisse Fläche, der Schatten kann aber nicht mehr wahrommen werden, er verschwindet bei der gleichzeitigen Beleuchtung der che mit einer gutbrennenden Lampe, und auch der Lampenschatten selbst schwindet, wenn man die Fläche von der Sonne bescheinen lässt.

Innerhalb gewisser mittlerer Grade der Lichtstärke ist das Auge für eine änderung der Helligkeit am empfindlichsten, und zwar zeigt sich innerhalb ser Grenzen eine ziemliche Constanz für die Grösse der Empfindlichit, für welche nach E. H. WEBER bei allen Sinnen als Maass der kleinste durch Empfindung noch wahrnehmbare Empfindungszuwachs dient; letztere ist Allgemeinen der Grösse des schon vorhandenen Reizzustandes proportional, grösser dieser Reizzustand im Augenblick schon ist, um so mehr muss der z verstärkt werden, um noch einen Empfindungszuwachs zu veranlassen. Grenzen der höchsten Empfindlichkeit des Auges beginnen etwa bei der ligkeit, bei welcher man ohne Schwierigkeit lesen kann, und reichen bis Helligkeit einer von directem Sonnenlicht getroffenen weissen Fläche. Die otometrischen Messungen haben ergeben, dass in Wahrheit innerhalb dieser enzen die Differenzen der Helligkeit, welche noch unterschieden werden nten, nahezu den gleichen Bruchtheil der ganzen Helligkeit bildeten, etwa (FECHNER's psychophysisches Gesetz).

Zur Bestimmung dieser Differenz beleuchtete FECHNER eine weisse Tafel mit zwei gleichen zenflammen, vor der Tafel stand ein Stab, der nun zwei Schatten auf dieselbe warf. Das e Licht wurde dann soweit abgerückt, bis der entsprechende Schatten aufhörte sichtbar sein. Ist a der Abstand des näheren Lichtes von der Tafel, b der Abstand des entfernteren, verhält sich die Beleuchtungsstärke der Tafel durch beide Lichter etwa wie $a^2 : b^2$. BOUGER d das eine Licht etwa 8mal, FECHNER, dass es etwa 10 mal so weit als das andere entfernt n müsse, damit der Schatten verschwinde, so dass BOUGER also $\frac{1}{64}$ der Lichtstärke, FECHNER gegen $\frac{1}{100}$ noch unterscheiden konnte. Bei Bewegung des Lichtes konnte ARAGO noch Unter-

schiede bis zu $\frac{1}{131}$ beobachten, bei schwachem Gesicht sind die Unterschiede oft nur $\frac{1}{[illegible]}$.
Oberhalb und unterhalb der oben angegebenen Grenzen gelten die angegebenen Werthe nicht. Bei sehr schwacher Beleuchtung mischt sich nach FECHNER das »Eigenlicht der Netzhaut« störend ein, bei sehr grellem Lichte beginnt das Organ zu leiden.

Namentlich auf die Thatsache, dass innerhalb weiter Grenzen die kleinsten wahrnehmbaren Differenzen der Lichtempfindung konstanten Bruchtheilen der Helligkeit entsprechen, hat FECHNER sein psychophysisches Gesetz: die Empfindung nimmt proportional dem Logarithmus der Reizgrösse zu, gegründet, welches sich auch in anderen Gebieten der Sinnesempfindung, z. B. bei Bestimmung der noch wahrnehmbaren Differenzen der Tonhöhe, wie der Differenzen zwischen Gewichten bestätigt. Die Empfindungsstärke wird gemessen, indem wir gleich deutlich wahrnehmbare Unterschiede dE der Empfindungsstärke E als gleichgross ansehen. Dann ist innerhalb weiter Grenzen der Helligkeit H nahehin: $dE = A\frac{dH}{H}$, wo A eine Konstante ist; durch Integration bekommen wir: $E = A \log H + C$, wo C eine neue Konstante ist. Nach HELMHOLTZ ist die Annahme, dass A konstant ist, doch nur annähernd richtig.

Das Unterscheidungsvermögen für Farbentöne ist ebenfalls bei mittleren Lichtintensitäten am feinsten, sowohl bei sehr geringer als bei sehr grosser Lichtintensität ist die Farbenempfindlichkeit der Netzhaut geringer. PURKINJE bemerkte, dass Blau bei schwächstem Lichte gesehen wird, Roth erst bei stärkerem. Nach der FECHNER'schen Bezeichnung liegt die Reizschwelle für Roth höher als für Blau. Bei abnehmender Beleuchtung ändern die betrachteten Figuren (AUBERT) zunächst Farbenton und Farbennüance, Zinnober wird dunkelbraun, Orange dunkel und rein roth, Grün und Hellblau sehen ganz gleich aus. Dann schwindet die Empfindung der Farbe gänzlich und es bleibt nur das Gefühl der Lichtdifferenzen übrig. Bei steigender Lichtstärke verändert sich der Farbenton der einfachen Farben in der Weise, dass sie sich gleichsam mit Gelb zu mischen scheinen. Roth und Grün gehen direct in Gelb über, Blau wird, wie es auch bei Zumischung von Gelb der Fall sein würde, weisslich. In Beziehung auf die Helligkeit behaupten im Allgemeinen bei grosser Beleuchtungsstärke die weniger brechbaren rothen und gelben Farben, bei geringer Beleuchtungsstärke die brechbaren blauen und violetten Farben das Uebergewicht. Daher rührt bei sonniger Beleuchtung der goldige, rothgelbe Glanz der Landschaft, welche sich an trüben Tagen in graublaue Farben hüllt. Bei Einbruch der Nacht erscheinen rothe und blaue Farben, welche bei Tageslicht gleich hell ausgesehen haben, ungleich hell, und zwar erscheint das Roth schon ganz schwarz, wenn das Blau (auch des Himmels) noch deutlich erscheint. Aus dem oben über die Farbenwahrnehmung Gesagten ergibt sich, dass die Farbenunterscheidung abnimmt mit der Grösse der verglichenen farbigen Felder im Gesichtsfelde (HELMHOLTZ).

Die Farbe des Tageslichtes. — Die relative Unempfindlichkeit unserer Netzhaut gegen Roth scheint z. Thl. daher zu rühren, dass das Tageslicht nicht wirklich weiss ist, sondern dass, wie die Experimente nachweisen, in ihm die rothen Strahlen überwiegen. Wir bemerken diese Färbung nicht, unsere Netzhaut wird daher durch die fortgesetzte schwache Reizung der rothempfindenden Elemente gegen Roth etwas abgestumpft, das Gleiche in noch höherem Grade bewirkt die Rothfärbung der Retina durch Sehpurpur, so wie wir bei längerem Gebrauch einer schwachblauen Brille die dadurch veränderte Färbung der Sehobjecte nicht mehr bemerken. Die Beleuchtung durch Gas, Kerzenlicht, Oel oder Petroleum erscheint uns bald weiss, wenn wir das Licht nicht mit wirklich weissem vergleichen können, ob

in Wahrheit von gelboranger Farbe ist. Wirklich weiss ist nur das electrische er Kohlenspitzen. Das electrische Licht hebt nicht nur die Sehschärfe in allen genüber dem Tageslicht, er bessert auch fast immer den Farbensinn gegenüber slicht und zwar die Empfindung für alle Farben in etwas (aber wenig) verschiedenem . Cohn). Magnesiumlicht ist blassviolett (Brücke, Memorsky). Auch das diffuse, Sclerotica einfallende Licht ist roth; indem es trübe Medien durchsetzt, verliert es eise die kurzwelligen Strahlen, welche auch noch durch das Retinalpigment und den toff der zahlreichen Blutgefässe auf diesem Wege weiter absorbirt werden. Hier ist an den Einfluss des Retinalpigments und der Netzhautkapillaren zu erinnern, nach das Roth des Tageslichtes vorwiegend als ein subjectives Phänomen erscheint. Auch rbung des gelben Flecks und ihre Folgen für die Farbenempfindung muss hier wieder werden (a. a. O.).

diation. — Die Erscheinungen, welche man unter diesem Namen zusammenfasst, sich nach Helmholtz daraus, dass die Empfindungsstärke der Lichtstärke nicht pro- ist. Diese Erscheinungen zeigen das Gemeinsame, dass helle, starkbeleuchtete rösser erscheinen als sie wirklich sind, umgekehrt benachbarte dunkle Flächen um l kleiner.

Fig. 222.

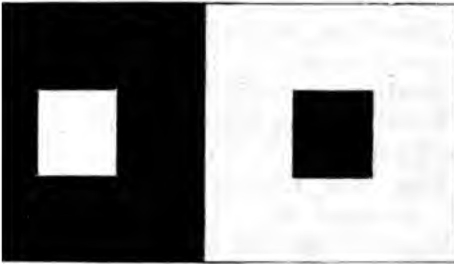
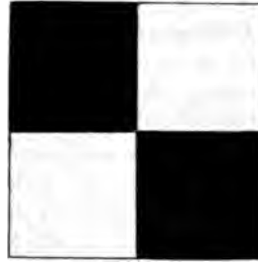


Fig. 223.



leutlichsten werden die Erscheinungen der Irradiation, wenn das Auge für den be- Gegenstand nicht genau accommodirt ist, doch fehlen sie auch bei schärfster Accom- nicht ganz. Enge Löcher und Spalten, durch welche Licht einfällt, halten wir stets er als sie wirklich sind. Von zwei gleichgrossen Quadraten, von denen das eine auf weissem Grund, das andere weiss auf schwarzem Grunde liegt, erscheint bei fter Accommodation das weisse deutlich grösser als das schwarze (Fig. 222). Nahe- elle Flächen fliessen zusammen; so verschwindet ein feiner Draht, den man zwischen Sonnenscheibe oder eine helle Flamme hält; bei Schachbrettmustern, abwechselnd en und schwarzen Quadraten zusammengesetzt, fliessen die weissen Quadrate an n, mit denen sie an einanderstossen, zusammen, scheinen also die schwarzen zu Plateau) (Fig. 223). Hierher gehört die Beobachtung Volkmann's, dass schwarze weissem Grunde ebenso wie weisse auf dunklem Grund breiter erscheinen, als sie sind. In neuerer Zeit hat man den Namen Irradiation in einigen Fällen auf die Bildung streuungskreisen überhaupt übertragen.

rmittirende Netzhautreize. Wie bei der Nervenreizung überhaupt, so ent- d verschwindet der Reizzustand der Netzhaut auch nicht gleichzeitig Hereinbrechen und Verschwinden des Reizes. Es ist leicht nachzu- dass der Erregungszustand der Netzhaut noch fortdauert, wenn das hon aufgehört hat, einzuwirken. Jeder Gesichtseindruck hinterlässt

eine kurze Zeit ein subjectives Nachbild. Hinreichend schnell wied
Lichteindrücke derselben Art üben dieselbe Wirkung auf das Auge au
eine kontinuirliche Beleuchtung; eine im Kreise geschwungene Kohle r
Eindruck eines leuchtenden Kreises hervor. Die Wiederholung des Ei
auf die Retina muss so rasch geschehen, dass die Nachwirkung des vo
gangenen Eindrucks noch nicht merklich nachgelassen hat, wenn der f
beginnt. Eine rasch rotirende schwarze Scheibe, auf welcher an eine
ein weisser Punkt angebracht ist, zeigt anstatt des Punktes einen grauen
mässig über die Scheibenfläche verbreiteten Ring, ganz entsprechen
Feuerring der geschwungenen Kohle. Eine rasch rotirende Scheibe w
Farbenkreisel, wenn sie in Sektoren von verschiedener Farbe geth
Die Farbeneindrücke folgen sich so rasch, dass der vorausgehende no
verschwunden ist, wenn der folgende einwirkt, dadurch tritt eine M
der Farben ein, welche dieselben Resultate liefert wie die Mischung d
tralfarben. Das Thaumatrop und analoge auf dieses Verhalten der Netzl
baute Instrumente sind aus der Physik und der Kinderstube bekannt.

Die Netzhauterregung kommt in äusserst kurzer Zeit zu Stande, e
dazu die Dauer eines electrischen Funkens.

Netzhautermüdung. Nach der Einwirkung des Lichtes bleibt der Seh
apparat in einem veränderten Zustande zurück. Es dauert der Reizungs
noch einige Zeit fort, und die gereizte Netzhautstelle zeigt eine ve
Empfänglichkeit gegen äussere Reize; sie empfindet von aussen ein
Licht in anderer und zwar schwächerer Weise als es die vorher nicht a
geruhten Theile der Netzhaut thun, die Empfänglichkeit fü
Reize ist vermindert. Jede genügend starke Lichtreizung hinter
Nachbild. Man nimmt die Nachbilder am leichtesten wahr, wenn man n
trachtung heller Gegenstände das Auge schliesst oder auf ein ganz dunk
sichtsfeld richtet. Man unterscheidet analog dem Sprachgebrauch de
graphen positive und negative Nachbilder; bei den ersteren erschei
hellen Partien des Objectes hell, die dunkeln dunkel, bei den negative
bildern erscheinen dagegen die hellen Objectpartien dunkel, die dunkl
Die Dauer der Nachwirkung der Reizung, also auch die Dauer der Na
ist um so grösser, je stärker das einwirkende Licht gewesen ist und je v
ermüdet das Auge. Helle Objecte, welche man kurz angeblickt hat, geben
Nachbilder, deren Helligkeit am grössten ist, wenn die Bestrahlung etwa
cunde gedauert hat, bei längerer Bestrahlung nimmt die Stärke des Na
wieder rasch ab. Das positive Nachbild ist um so heller und andauern
grösser die Intensität des einwirkenden Lichtes ist. Hat die Lichtrein
sehr kurze Zeit gewährt, und war sie nicht blendend, so verschwindet
man das Gesichtsfeld fortgesetzt dunkel erhält, das positive Nachbild,
ein negatives überzugehen. Blickt man aber während des Bestehens d
tiven Nachbildes gegen eine beleuchtete Fläche, so verwandelt sich das p
Nachbild sofort in das negative. Die in der Nachwirkung des Erregungszu
befindlichen Partien des Sehnervenapparates werden sonach durch eine n
wirkende Reizung schwächer erregt, sie empfinden die Beleuchtungsstärk
nicht oder nur schwach, welche die übrigen Netzhautpartien schon al

:hen Lichtreiz auffassen können. Der Reizzustand lässt also die Netzhaut in ner Ermüdung zurück. Während der Dauer der Ermüdung ist die Empfinng neu einfallenden Lichtes in der Weise beeinträchtigt, als wäre die objec-'e Intensität dieses Lichtes um einen bestimmten Bruchtheil ihrer Grösse verndert.

Die Dauer der Netzhautermüdung, und damit des negativen Nachbildes, wächst mit der ıer der Bestrahlung; übermässig gesteigerte Bestrahlung, z. B. 10—20 Minuten langes :ken in die Sonne (Ritter), bringen bleibende Veränderungen der betreffenden Netzhautlle. Die Ermüdung tritt am Ort des directen Sehens langsamer ein, als an den periphe-:hen Netzhauttheilen (Aubert). Des Morgens direct nach dem Erwachen ist der Einfluss · Ermüdung relativ am bedeutendsten (Fick und C. F. Müller), während des ganzen Tages ein Ermüdungsverlust der Netzhauterregbarkeit von etwa 51 % eintreten, in den ersten ecunden beträgt der Verlust schon 7%, später wächst er weit langsamer. Aeusseres Licht ı konstanter Stärke, welches längere Zeit ununterbrochen auf die Netzhaut einwirkt, ruft gen der eintretenden Ermüdung eine immer schwächer und schwächer werdende Erregung · Netzhaut hervor.

Auch von farbigen Objecten entstehen entweder positive oder negative chbilder. Das positive Bild zeigt sich im Anfang und während seiner grössten lligkeit gleich gefärbt wie das Object, das negative Bild ist bei vollständiger twickelung complementär zu der Farbe des Objectes gefärbt.

Die positiven **farbigen Nachbilder** sind am deutlichsten (Helmholtz) nach momentaner Wirıg des Lichteindrucks, vor ihrem Verschwinden wird über sie ein rosenrother Schein aus-:ossen, dann treten schwach gefärbte gelblichgraue Farbentöne auf, worauf das Nachbild weder verschwindet oder in das negative Nachbild übergeht. Negative Nachbilder werden :h längerer Lichteinwirkung deutlicher. Das negative Nachbild von Roth ist blaugrün, von b blau, von Grün rosaroth und umgekehrt. Auch hier ist das Auftreten des negativen les eine Ermüdungserscheinung. Hat das Auge roth gesehen, so sind nach der Th. Young'-en Hypothese die rothempfindenden Fasern stark gereizt und im Zustande starker Erdung, während die grün- und violettempfindenden schwach gereizt und wenig ermüdet l. Von weissem Lichte werden bei diesem Zustande der Netzhaut die noch erregbareren n- und violettempfindenden Organe stärker erregt als die ermüdeten, darum weniger erbaren rothempfindenden, weisses Licht wird also den Eindruck des Blaugrünen, welches Roth Weiss gibt, hervorrufen. Betrachtet man negative Nachbilder farbiger Objecte auf ›igem Grund, so verschwinden aus der Farbe des Grundes hauptsächlich diejenigen Beıdtheile, welche den durch das Betrachten des farbigen Objectes ermüdeten Farbenpertionsorganen entsprechen. Das Nachbild eines grünen Objectes erscheint auf gelbem ınde rothgelb, auf blauem Grunde violett. Wenn die Empfindung des Gelb vorwiegend ; der Empfindung von Roth und Grün, die Empfindung des Blau aus der von Grün und ›lett zusammengesetzt ist, so wird, wenn die Empfindung des Grün durch Ermüdung verıdert wird, die Empfindung des Gelb sich vorwiegend der des Roth, die Empfindung des u sich der des Violett nähern. Auch hier, wie bei allen auch den noch unten zu beschreiıden Farbenempfindungen, macht sich bei den Versuchen im Tageslicht die rothe rbe desselben, combinirt mit der rothen Eigenfarbe der Netzhaut, in den Resultaten be-rklich.

Nach längerer Einwirkung weissen Lichtes zeigt sich die Ermüdung s farbenpercipirenden Organs darin, dass das Weiss farbig erscheint. Fechner ı eine weisse Fläche bei eintretender Ermüdung des Auges zuerst gelb, dann ıugrau oder blau, dann rothviolett oder roth. Diese Beobachtung spricht im

Zusammenhalt mit der Farbenempfindungstheorie für eine ungleiche Ermüdungsfähigkeit der farbenpercipirenden Organe. Dieselbe Erscheinung macht sich geltend in den *farbigen Nachbildern weisser Objecte*, deren mannigfach wechselnde Folge man als *farbiges Abklingen der Nachbilder* bezeichnet.

Das Weiss verändert sich auf dunklem Felde nach momentaner Anschauung zuerst schnell in grünliches Blau, dann in Indigoblau, Violett und Rosenroth und graues Orange, womit die Erscheinung meist verschwindet. Nach längerer Einwirkung des weissen Lichtes folgen sich auf dunklem Grunde: Weiss, Blau, Grün, Roth; auf weissem Grunde schliesslich noch Blaugrün und Gelb (Fechner, Helmholtz). Nach dem Anblick blendenden Lichtes, z. B. der *Sonne*, schreitet das Abklingen der Farben von dem Rande gegen die Mitte zu vor. Entsprechend der vom Centrum gegen die Peripherie der Netzhaut hin allmählig abnehmenden Lichtwirkung, sind die mittleren Netzhauttheile stärker gereizt, und die einzelnen Phasen des Abklingens verlaufen im Ganzen um so langsamer, je intensiver die Reizung war. Haben wir farbige Objecte momentan betrachtet, so verschwindet im positiven Nachbild zuerst der Eindruck der vorherrschenden Farbe des Objectes, das Nachbild und das weitere Abklingen der Farben wird dann den analogen Erscheinungen bei weissen Objecten ähnlich, namentlich tritt meist die dem Abklingen des weissen Lichtes zugehörige rosenrothe Farbe des Nachbildes deutlich auf. Grün gibt direct ein rosarothes Nachbild, das dem des abklingenden Weiss entspricht. Grünliches Blau geht durch Blau und Violett in Rosenroth über, Blau durch Violett.

Kontrast. — Auf der Bildung von negativen oder positiven Nachbildern beruht auch ein grosser Antheil derjenigen Erscheinungen, welche man unter der Bezeichnung *Kontrast* zusammenfasst. Nicht nur die *nach einander*, sondern auch die im Gesichtsfelde *neben einander* gleichzeitig gesehenen Farben und Helligkeiten üben in der Farbenempfindung einen Einfluss auf einander aus. Im Allgemeinen erscheint jeder Theil des Gesichtsfeldes neben einem helleren dunkler, neben einem dunkleren heller, und eine Farbe, neben einer anderen gesehen, nähert sich mehr oder weniger der *Kontrastfarbe* der letzteren an. Chevreul unterschied zuerst unter dem Namen *simultaner Kontrast* diese Erscheinungen von denen des *successiven Kontrastes*, wo, wie wir oben betrachteten, zwei Farben nach einander auf derselben Netzhautstelle erscheinen. Helmholtz macht darauf aufmerksam, dass der successive Kontrast, der durch Nachbilder erzeugt wird, auch dann eine grosse Rolle spielt, wenn man farbige Felder, die neben einander im Gesichtsfelde stehen, mit einander vergleicht, da wir bei bequemem Gebrauche unserer Augen den Fixationspunkt nicht unverrückt festhalten, sondern unwillkürlich beständig langsam über die verschiedenen Theile des betrachteten Objectes hinwandern lassen. Eine nur 10—20 Secunden andauernde Fixation greift das Auge sehr bedeutend an, es entwickeln sich scharf gezeichnete negative Nachbilder der gesehenen Objecte, die, so lange die Fixation fortgesetzt wird, mit den Objecten zusammenfallen und diese deshalb schnell undeutlich werden lassen. Nur wenn für einen Ausschluss der Nachbilder gesorgt ist, erhalten wir die Erscheinungen des simultanen Kontrastes rein, in Folge dessen wir im Allgemeinen die zwischen den neben einander stehenden, allein eine genauere Vergleichung zulassenden Farben oder Helligkeiten bestehenden Unterschiede zu *überschätzen* geneigt sind. Je näher die Farben- oder Lichtunterschiede neben einander stehen, desto schärfer gelingt daher ihre Unterscheidung. Unter den Kontrastwirkungen haben am frühesten und stärksten die sogenannten *farbigen Schatten* die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Lässt man z. B. ein horizontal liegendes Blatt weisses Papier von entgegengesetzten Seiten her gleichzeitig mit abgeschwächtem Tageslicht, z. B. Licht von stark bewölktem Himmel oder Mondlicht und mit Kerzenlicht, beleuchten und stellt auf das Papier einen Stab (Bleistift, Finger), so wirft derselbe nun zwei Schatten. Der Schatten des Tageslichtes erscheint beleuchtet von dem rothgelben Kerzenlichte, in seiner objectiven Farbe Rothgelb, der Schatten des Körperlichtes wird von dem weissen Tageslichte beleuchtet, er ist ob-

ectiv also weiss, erscheint aber blau, komplementär zu der Farbe des untergestellten Papiers, welche ein weissliches Rothgelb ist, da es gleichzeitig von weissem und rothgelbem Lichte beschienen wird (Abbé Mazeas). Leonardo da vinci waren die Kontrasterscheinungen grossentheils bekannt. Er spricht ihr oben angedeutetes Gesetz in der Weise aus, dass unter allen Farben von gleicher Vollkommenheit jene die schönsten seien, welche neben den entgegengesetzten stehen, also Weiss neben Schwarz, Blau neben Gelb, Roth neben Grün. Setzt man im Allgemeinen die Kontrastfarben nebeneinander, so erhöhen sie gegenseitig ihren Eindruck, sie geben also die glänzendsten Farbenzusammenstellungen.

Subjective Erscheinungen

wurden schon oben S. 856 mehrfach erwähnt und beschrieben, z. B. das Sichtbarwerden des gelben Flecks und der Netzhautgrube. Letztere zeichnet sich bei blauer Beleuchtung als Ring ab: Löwe'scher Ring, er entspricht dem mittleren intensiv gefärbten Theil des gelben Flecks, und es scheint das gelbe Pigment direct seine Entstehung zu veranlassen. In den gelben Fleck verlegt Helmholtz die von Haidinger entdeckte büschelförmige Figur, die sogenannten Polarisationsbüschel. Sie kommen zur Erscheinung, wenn man das Auge auf eine Fläche richtet, von welcher polarisirtes Licht ausgeht, z. B. wenn man durch ein Nikol gegen eine gut beleuchtete weisse Fläche, z. B. Wolke blickt. Von den verschiedenen homogenen Farben zeigt nur das Blau die Polarisationsbüschel. Helmholtz beschreibt sie, wenn die Polarisationsebene des Lichtes vertikal ist, auf weissem Felde als hellere, durch zwei zusammengehörige Hyperbeln begrenzte bläuliche Flecke, durch einen dunklen, gelblich gefärbten Büschel getrennt. Die Ursache für diese Büschel sind nicht die von Valentin nachgewiesenen doppeltbrechenden Eigenschaften der Augenmedien, die Erscheinungen erklären sich nach Helmholtz durch die Annahme, dass die gelbgefärbten Elemente des gelben Flecks schwach doppeltbrechend sind, und dass der ausserordentliche Strahl von blauer Farbe in ihnen stärker absorbirt wird als der ordentliche Strahl. Die analoge Eigenschaft ist unter den gefärbten, doppeltbrechenden Körpern sehr verbreitet. — Helle bewegliche Punkte erscheinen im Gesichtsfelde, wenn man namentlich bei angestrengtem Gehen oder bei anderen Muskelbewegungen eine grosse gleichmässig erleuchtete Fläche, z. B. den Himmel oder Schneefelder, starr ansieht. J. Müller und Andere haben sie für die Wahrnehmung der Blutkörperchen in den Netzhautgefässen genommen (S. 856), deren Grösse hinreichen würde, um eine Gesichtswahrnehmung zu veranlassen. Purkinje sah unter analogen Bedingungen wiederholt in der Mitte des Gesichtsfeldes lichte Punkte aufspringen, die, ohne ihre Stelle zu ändern, rasch in schwarze Punkte übergehen, die ebenso schnell wieder verschwinden. Andere subjective, noch unerklärte optische Wahrnehmungen werden namentlich von Purkinje berichtet, sie sind wahrscheinlich zum Theil nur individueller Natur.

IV. Gesichtswahrnehmungen.

Die Augenbewegungen.

Die Empfindungen, welche in unserem Sehorgane durch die Einwirkung des Lichtes hervorgerufen werden, benutzen wir in Verbindung mit einigen anderen Sinneseindrücken, namentlich mit gewissen Muskelgefühlen, um uns eine Vorstellung über die Existenz, die Form und die Lage äusserer Objecte zu bilden. Wir müssen die Eigenthümlichkeiten der Netzhautbilder, der Muskelgefühle etc. untersuchen, an welche die Vorstellungen, die wir als Gesichts-

wahrnehmungen bezeichnen, normal geknüpft sind. Namentlich bei der Bildung der optischen Raumvorstellungen sind die Augenbewegungen von überwiegender Bedeutung, denen wir zuerst unsere Aufmerksamkeit zuwenden werden.

Drehpunkt. Das Auge bewegt sich auf einem in die festen Wände der Augenhöhle eingeschlossenen Polster von organischem Gewebe wie ein kugeliger Gelenkkopf in seiner Pfanne. Die Gesetze derartiger Bewegungen haben wir bei der Besprechung der Gelenke kennen gelernt (S. 667). Die wesentlichen Augenbewegungen sind Drehungen um einen fixen Mittelpunkt.

Donders u. A. haben zahlreiche Messungen über die Lage des Drehpunktes im Auge angestellt. Er fällt nicht genau mit der Mitte der Sehaxe zusammen, sondern liegt bei emmetropischen Augen etwa 1,77 mm hinter derselben. Die Lage des Drehpunktes wird hauptsächlich durch die Form der hinteren Augenhälfte bestimmt. Bei kurzsichtigen Augen liegt, da sie in ihrem hinteren Abschnitt verlängert sind, der Drehpunkt weiter nach hinten als bei emmetropischen. Bei den kürzeren hypermetropischen Augen rückt dagegen der Drehpunkt etwas weiter nach vorne.

Die Bestimmung des Drehpunktes wurde von Donders in der Art ausgeführt, dass zuerst der horizontale Durchmesser der Hornhaut mit dem Ophthalmometer gemessen, und die Lage der Gesichtslinie gegen die Hornhautaxe bestimmt wurde. Dann wurde ein feiner senkrechter Faden unmittelbar vor dem Auge ausgespannt, und beobachtet, wie weit das Auge nach rechts und links blicken musste, damit bald der eine, bald der andere Rand der Hornhaut hinter den Faden trat. Aus diesem Winkel und der bekannten Breite der Drehung lässt sich die Lage des Drehpunktes berechnen (Helmholtz).

Die organischen Gewebe, welche das Polster des Auges in der Augenhöhle bilden, sind an sich nicht zusammendrückbar. Das Volum des Polsters könnte rasch wohl nur durch veränderte Blutfülle wechseln, worauf Ortsverrückungen des gesammten Augapfels, namentlich nach vorn oder rückwärts, beruhen könnten. Auf der Entleerung des Blutes beruht das Einsinken des Auges in die Augenhöhle nach dem Tode, oder bei starken krankhaften Wasserverlusten, die analoge Erscheinung nach erschöpfenden Leiden wird zum Theil auch durch den Schwund des Augenfettpolsters bedingt. Fick und Müller wollen bei forcirter Oeffnung der Augenlider ein Hervortreten des Auges aus der Orbita, etwa um 1 mm, beobachtet haben.

Augendrehungen. Die Drehung des Augapfels könnte vermöge seiner Befestigung um jede beliebige Axe stattfinden, wozu auch die nöthigen Muskeln vorhanden wären. Die Grösse dieser Drehung kann jedoch niemals einen bestimmten Grad übersteigen, da die Augenbewegungen durch die Anheftungsweise der Antagonisten und den Widerstand des Opticusstammes gehemmt werden. Andererseits werden bei den gewöhnlichen Umständen des normalen Sehens durchaus nicht alle möglichen Bewegungen wirklich ausgeführt.

Für die Bewegungen des Auges (Helmholtz) bildet der Drehpunkt den festen Punkt. Beide Augen fixiren bei normalem Sehen ein und denselben äusseren Punkt: Fixationspunkt oder für unsere gegenwärtigen Betrachtungen nach Helmholtz Blickpunkt. Die gerade Linie, welche den Blickpunkt mit dem Drehpunkt verbindet, heisst Blicklinie, sie fällt annähernd mit der Gesichtslinie zusammen. Eine durch beide Blicklinien gelegte Ebene heisst Blickebene. Die Verbindungslinie der Drehpunkte, welche mit den beiden im Blickpunkt zusammenlaufenden Blicklinien ein Dreieck einschliesst,

rd als Grundlinie bezeichnet. Die Medianebene des Kopfes, welche den pf in zwei symmetrische Hälften theilt, schneidet die Grundlinie in ihrem ttelpunkt und die Blickebene in der Medianlinie der Blickebene. Der ickpunkt kann gehoben und gesenkt, d. h. stirnwärts oder kinnwärts bewegt erden. Das Feld, welches er zu durchlaufen vermag, welches wir uns als eil einer Kugeloberfläche, deren Mittelpunkt im Drehpunkt liegt, denken, rd als Blickfeld bezeichnet, es ist weniger ausgedehnt als das Gesichtsfeld. hmen wir eine bestimmte Lage der Blickebene als Anfangslage an, so kann le neue Lage der Blickebene bestimmt werden durch den Winkel, den dieser t der Anfangslage bildet. Der Winkel wird als Erhebungswinkel des ickes bezeichnet und positiv gerechnet, wenn die Blickebene gehoben, d. h. rnwärts verschoben wird, dagegen negativ, wenn die Blickebene gesenkt, h. kinnwärts verschoben wird. Die Blicklinie jedes Auges kann in der ickebene lateralwärts oder medianwärts gewendet werden, diese Beweg-gen werden Seitenwendung des Blickes genannt, die Grösse derselben wird rch den Seitenwendungswinkel gemessen, d. h. durch den Winkel, elchen die Richtung der Blicklinie mit der Medianlinie der Blickebene bildet. irch Erhebungswinkel und Seitenwendungswinkel ist die chtung der Blicklinie bestimmt, nicht aber die Stellung des ages. Der Augapfel kann noch Drehungen um die Blicklinie als ce ausführen. Bei derartigen Drehungen dreht sich die Iris um die Blicklinie e ein Rad um die Axe, sie werden daher als Raddrehungen, Augenrollen, zeichnet. Die Grösse der Raddrehungen kann durch den Winkel gemessen erden, den eine im Auge feststehende Ebene mit der Blickebene macht. Als lche feste Ebene nimmt Helmholtz den Netzhauthorizont an, er fällt mit r Blickebene zusammen, wenn der Blick beider Augen der Medianebene des pfes parallel in aufrechter Kopfhaltung nach dem unendlich entfernten Hori-nt gerichtet ist. Den Winkel, welchen Netzhauthorizont und Blickebene bei n Raddrehungen des Auges mit einander bilden, bezeichnet man als Rad-ehungswinkel des Auges, er wird positiv gerechnet, wenn sich das Auge ie der Zeiger einer von ihm betrachteten Uhr gedreht hat, wenn also das obere ıde des vertikalen Netzhautmeridians nach rechts abgewichen ist.

Sind die Blicklinien dauernd parallel, überblickt ein emmetropisches Auge B. eine Reihe weit entfernter Gegenstände, so gehört (Donders), wenn die ige der Blicklinie in Beziehung zum Kopf gegeben ist, dazu auch ein be-immter unveränderlicher Werth der Raddrehung, d. h. der Raddrehungs-inkel jedes Auges ist bei parallelen Blicklinien eine Function nur von dem hebungswinkel und dem Seitenwendungswinkel (Helmholtz). Die Stellung s Kopfes ist dabei vollkommen gleichgültig.

Das Auge führt seine normalen Bewegungen entweder ohne oder mit Rad-ehung aus, reine Raddrehungen kommen normal nicht vor.

Als Primärstellung der Augen wird von den verschiedenen möglichen genstellungen diejenige bezeichnet, von der aus der Blick gerade nach oben er unten, gerade nach rechts oder links gewendet werden kann, ohne dass bei Raddrehungen des Auges erfolgen. Die Primärstellung ist die Ruhelage s Auges bei parallelen Blicklinien und entspricht einer mittleren Lage der

Blickebene, sie muss übrigens bei den betreffenden Beobachtungen für jedes Auge direct bestimmt werden (die Methode cfr. bei Helmholtz a. a. O.).

Aus den oben gegebenen Definitionen ergibt sich, dass der Blickpunkt aus der Primärstellung auf jeden beliebigen Punkt des Blickfeldes ohne Raddrehung eingestellt werden könnte. Der Blickpunkt kann sowohl auf- und abwärts, als lateral- und medianwärts verschoben werden, mit anderen Worten, er kann um seine Queraxe (bei Bewegungen des Auges nach auf- und abwärts) und um seine Höhenaxe (bei den seitlichen Bewegungen des Auges) gedreht werden. Alle schrägen Bewegungen liessen sich ebenfalls um diese beiden Axen ausführen, da sich alle schrägen Bewegungen zurückführen lassen auf eine Rotation, zuerst um die Höhen- und dann um die Queraxe.

Von allen den möglichen Bewegungen werden aber ohne Raddrehung des Auges nur reine Erhebung oder Senkung des Auges ohne Seitenabweichung und reine Seitenabweichung ohne Erhebung oder Senkung ausgeführt. Man bezeichnet die aus diesen Bewegungen hervorgehenden Stellungen des Auges als Secundärstellungen. Als Tertiärstellungen des Auges werden diejenigen bezeichnet, bei denen zu den Drehungen um die Höhen- und Queraxen noch Raddrehungen hinzukommen. Der Raddrehungswinkel wächst nach Donders, wie wir sahen, mit dem Erhebungs- und Seitenwendungswinkel, bei extremen Stellungen kann die Drehung mehr als 10° betragen. In erhobener Stellung der Blickebene sind mit Seitenwendungen nach rechts Raddrehungen des Auges nach links, und mit Seitenwendungen nach links Raddrehungen nach rechts verbunden. In gesenkter Stellung der Blickebene dagegen geben Seitenwendungen nach rechts auch Raddrehungen nach rechts und Seitenwendungen nach links Raddrehungen nach links. Mit anderen Worten: Wenn der Erhebungs- und Seitenwendungswinkel dasselbe Vorzeichen haben, ist die Raddrehung negativ, wenn jene ungleiche Vorzeichen haben, ist die Raddrehung positiv. Bei gleicher Erhebung oder Senkung der Blickebene ist die Raddrehung um so stärker, je grösser die seitliche Abweichung, und bei gleicher Seitenwendung um so stärker, je grösser die Erhebung oder Senkung ist.

Listing hat das weitere allgemeine Bewegungsgesetz für parallel gerichtete emmetropische Augen aufgestellt, man kann (Helmholtz) das Listing'sche Gesetz folgendermassen aussprechen: Wenn die Blicklinie aus ihrer Primärstellung übergeführt wird in irgend eine andere Stellung, so ist die Raddrehung des Augapfels in dieser zweiten Stellung eine solche, als wäre letzterer um eine feste Axe gedreht worden, die zur ersten und zweiten Richtung der Blicklinie senkrecht steht.

Bei konvergirenden Sehaxen treten um so grössere Abweichungen von den bei parallelen Sehaxen geltenden Gesetzmässigkeiten der Augen ein, je grösser die Konvergenz wird. Eine allgemeine Formulirung haben die hierher gehörigen Erfahrungen noch nicht gefunden. Nach Wund findet bei den Bewegungen des Auges zu Tertiärstellungen ein Axenwechsel statt, so dass die Sehaxe leicht gekrümmte Bogenlinien beschreibt.

Das Listing'sche Gesetz entspricht dem Helmholtz'schen Principe der leichtesten Orientirung. Mit jeder Abweichung der Blicklinie aus der Primärstellung ist ein fixer Werth der Raddrehung und eine bestimmte Augenstellung verbunden. Bewegen wir also unser Auge in dem Blickfelde hin und her, so bleibt die relative Stellung der peripherischen

tstehenden Objecte zu dem gerade fixirten immer dieselbe, sie würde sich ändern müssen, nn nicht mit jeder Augenstellung eine bestimmte Raddrehung verbunden wäre. Festhende Objecte nehmen also immer dieselbe relative Stellung zu den nebenstehenden Obten ein, so oft wir unser Auge darauf richten, wodurch die Orientirung, z. B. ob der Gegennd fest steht oder sich bewegt, wesentlich erleichtert ist. Bei jeder gegebenen Richtung : Sehaxe und der damit fest verbundenen Raddrehung wird eine senkrechte Linie, die den ationspunkt schneidet, sich immer auf demselben Netzhautmeridian abbilden.

Die einfachste Methode, um die Raddrehung des Auges zu erkennen, ist mittelst linea- Nachbilder im Auge, deren Stellung man mit vertikalen und horizontalen Linien an der and vergleicht. Man hat zuerst die Primärstellung der Augen aufzusuchen. Bei den Terrstellungen ändert sich dann, dem oben gegebenen Gesetze entsprechend, die Neigung des chbildes zu den feststehenden Linien der Wand.

Stellung des vertikalen Meridians des Auges bei den verschiedenen Augenllungen. — Für den Augenarzt ist die Kenntniss der Stellung des vertikalen Merians des Auges von besonderer Bedeutung. Obgleich sich das Folgende aus dem Vorstehen ableiten lässt, soll es hier doch noch einmal gesonderte Darstellung finden.

1. Beim Blick in der horizontalen Medianebene, welche man sich senkrecht Angesichtsfläche durch die die beiden Augencentren verbindende Gerade — Grundlinie — egt denkt, gerade aus, nach links oder nach rechts ist der vertikale Meridian nicht geneigt, ndern behält seine vertikale Stellung bei. Nach Meissner ist dies genau nur dann der Fall, nn die Visirebene 45° unter den Horizont geneigt und die Mittellinie senkrecht zur Grundie gerichtet ist (Primärstellung).

2. Beim Blick in der vertikalen Medianebene, die in der Mittellinie des Gesichtes auf der on genannten horizontalen Medianebene senkrecht steht, gerade aus, nach oben, nach unten, hält sich der vertikale Meridian ebenso wie bei der vorhin betrachteten Augenstellung.

3. Beim Blick diagonal nach links oben sind die vertikalen Meridiane beider gen parallel nach links geneigt.

4. Beim Blick diagonal nach links unten sind sie analog parallel nach chts geneigt.

5. Beim Blick diagonal nach rechts oben sind die beiden vertikalen Meridiane r Augen parallel nach rechts geneigt.

6. Beim Blick diagonal nach rechts unten sind sie parallel nach links neigt.

Augenmuskeln. — Wir haben nun noch nach den Muskeln zu fragen, welche für jede r eben genannten Stellungen zur Verwendung kommen (Fig. 224). Die Muskelebene des R. ternus (Abducens) und des R. internus fällt so ziemlich mit der Aequatorialebene Bulbus zusammen. Die Rotation kann also, da sie um die Vertikalaxe des Bulbus erfolgt, ie Neigung des Meridians beim Blick nach aussen und innen erfolgen. Bei den diagonalen ausstellungen ist der Abducens und zwar bei denen nach aussen und oben und nach ssen und unten mitbetheiligt. Der R. internus bei der Stellung nach oben und innen, d nach unten und aussen; bei diesen Stellungen betheiligen sie sich auch an der norlen Meridianneigung, so dass bei Ausfall ihrer Wirkungen, z. B. bei Lähmungen des einen er andern derselben, der Meridian in dem betroffenen Auge falsch geneigt wird, was zur agnose der Ursachen der Motilitätsstörungen der Augen vorzugsweise benutzt wird.

Die Muskelebene des Rect. superior und inferior ist von vorn und aussen nach ten und innen gegen den vertikalen Meridian geneigt; also fällt auch die Drehungsaxe cht mit dem Querdurchmesser des Auges zusammen, sondern ist schief gegen ihn geneigt. r Rect. superior rollt nach oben und innen und neigt dabei den Meridian nach innen. Der Inferior rollt nach oben und innen und neigt den Meridian nach aussen. Beim Blick nach ssen sind ihre Drehbewegungen auf den Bulbus am deutlichsten, beim Stand der Cornea h innen ihre Wirkungen auf den Meridian.

Bei dem Obliquus superior (Trochlearis) und Obliq. inferior ist die Muskelebene so gegen den horizontalen Meridian geneigt, dass das innere Ende nach vorn, das äussere nach hinten von ihm gelegen ist. Der Obliquus superior dreht die Cornea nach unten und aussen und neigt den vertikalen Meridian nach innen; der Obl. inferior dreht die Cornea nach oben und aussen und neigt den Meridian auch nach aussen. Den Haupteinfluss auf die Drehung der Cornea besitzen sie bei deren Stellung nach innen, hier wird der Ausfall ihrer Wirkungen am deutlichsten. Den Meridian neigen sie am stärksten bei der Stellung nach aussen.

Ruete und Fick haben ohngefähr in der Primärstellung des Auges die Winkel gemessen, welche die Drehaxe der Augenmuskeln bildet mit der Sehaxe, Queraxe und Höhenaxe des Auges, wodurch die Lage der Drehaxe vollkommen bestimmt ist. Fick gibt folgende Tabelle:

Muskel:	Winkel, den die Drehaxe bildet mit der Sehaxe:	Höhenaxe:	Queraxe:
Rectus superior	111° 21′	108° 22′	151° 10′
- inferior	63 37	114 28	37 49
- externus	96 15	9 15	95 27
- internus	85 1	173 13	94 28
Obliquus superior	150 16	90	60 16
- inferior	29 24	90	119 44

Es fallen also auch nach diesen Beobachtungen die Drehaxen des Rectus externus und internus ziemlich genau mit der Höhenaxe zusammen. Die beiden Obliqui liegen hier genau in der Horizontalebene.

Beim Blick gerade aus sind alle Muskeln im Gleichgewicht, dabei überwiegen die R. interni etwas vermöge ihrer stärkeren Entwickelung, so dass sich die Sehaxen etwa in einer Entfernung von 2,5—3,75 m schneiden, der Meridian ist nicht geneigt.

Beim Blick horizontal nach aussen wirkt der R. externus, der Meridian ist nicht geneigt.

Beim Blick horizontal nach innen wirkt der R. internus, der Meridian ist nicht geneigt.

Beim Blick vertikal nach oben wirken gemeinsam der R. superior und Obliq. inferior, der Meridian ist nicht geneigt.

Beim Blick nach unten kommen der R. inferior und Obl. superior zur Wirkung, der Meridian ist nicht geneigt.

Beim Blick diagonal nach oben und aussen wirken der R. superior, R. externus und der Obl. inferior zusammen. Der letztere ist bezüglich des Meridians hier in seiner Kraftstellung (vergl. oben), er überwiegt und neigt daher den Meridian nach aussen.

Beim Blick diagonal nach aussen und unten werden der R. inferior, R. externus und Obl. superior benutzt; letzterer überwiegt in Bezug auf die Meridianstellung, so dass der Meridian nach innen geneigt ist.

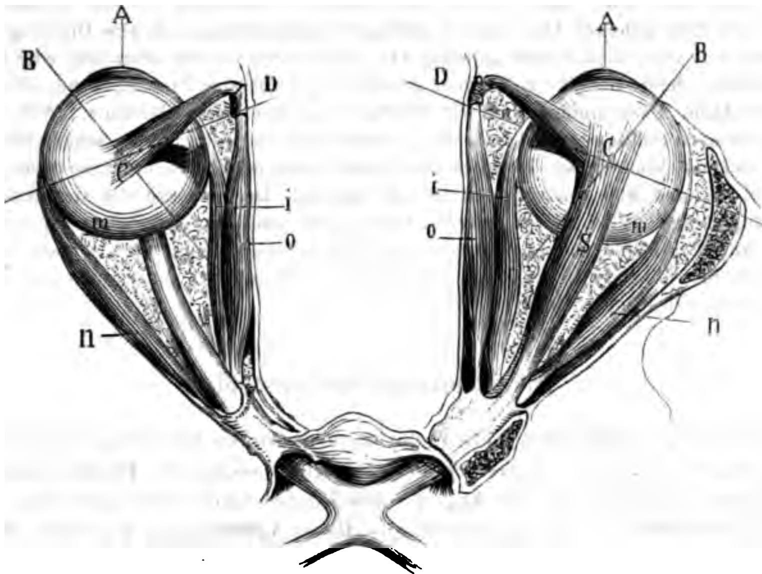
Beim Blick diagonal nach oben und innen wirken der R. superior, R. internus und Obl. superior, die Recti sind in Betreff des Meridians in ihrer Kraftstellung und neigen ihn nach innen.

Beim Blick diagonal nach innen und unten sind der R. inferior, der R. internus und der Obliquus superior betheiligt; der R. inferior überwiegt dabei in Betreff des Meridians und neigt ihn nach aussen.

Bei jeder Augenstellung sind daher bestimmte Augenmuskeln mehr oder weniger aktiv verkürzt, andere dagegen passiv gedehnt, es ist also mit jeder Augenstellung ein bestimmtes Muskelgefühl verbunden, welches die Beurtheilung der Richtung unserer Blicklinie, resp. Sehaxe, wesentlich erleichtert (cf. unten).

Zum Studium der Augenbewegungen dient Ruete's Ophthalmotrop; elastische Schnüre stellen an einem doppelten Augenmodell die Muskeln vor, deren Stelle sie genau ein-

Fig. 224.



s R. superior; *i* R. internus; *n* R. externus; *o* Obliquus superior; *C* Augapfel.

nehmen. An einer Scala können ihre Verlängerungen und Verkürzungen abgelesen werden, welche den einzelnen Augenstellungen entsprechen.

Die Augenmuskeln werden von den Nn. Oculomotorius, Abducens und Trochlearis in Thätigkeit versetzt, die beiden letzteren gehen zu den ihnen gleichnamigen Muskeln, zu den übrigen verläuft der Oculomotorius. Beide Augen können normal nicht unabhängig von einander bewegt werden, wir sind z. B. nicht im Stande, mit dem einen Auge aufwärts und gleichzeitig mit dem anderen abwärts zu blicken. Auch wenn das eine Auge zum Sehen nichts beiträgt, wenn wir es z. B. verdecken, oder wenn es erblindet ist, so macht es doch die Bewegungen des andern mit. Bei den normalen Augenbewegungen liegen also beide Blicklinien immer in derselben Ebene, sie haben bei aufrechter Stellung des Kopfes stets dieselbe Neigung gegen den Horizont. Nach vorn können die Blicklinien nicht oder nur in sehr geringem Grade divergiren, dagegen können sie in einem beinahe beliebigen Grade konvergiren. Als Ursache für diesen Zusammenhang zwischen den Augenbewegungen wurden von J. Müller angeborene Einrichtungen angenommen, E. Hering stellte dafür sein Gesetz der Gleichmässigkeit der Innervation beider Augen auf. Man rechnet die Erscheinungen der gemeinsamen Innervation der Augenmuskeln unter die Klasse der sogenannten Mitbewegungen. Adamück zeigte, dass wirklich anatomisch eine gewisse Verknüpfung der nervösen Centralorgane für die Augenbewegung existirt. Die beiderseitigen Augenmuskeln haben gemeinsame motorische Centren in den vorderen Vierhügeln und dem Boden der Sylvischen Wasserleitung. Auf Reizung eines vorderen Vierhügels treten immer gleichzeitig an beiden Augen bestimmt vorherzusagende Bewegungen ein, bei länger fortgesetzter Reizung dreht sich endlich auch der Kopf in demselben Sinne. Trennt man die vorderen Vierhügel durch einen tiefen Schnitt von einander, so sind nun die auf Reizung jeder derselben eintretenden Augenbewegungen auf das Auge der gereizten Seite beschränkt.

Hinterhauptsbeins. Wird er aber schräg nach rechts und oben gekehrt, so d
wie das Auge, um eine von oben rechts nach unten links gehende Axe, so da
Seite des Kopfes höher zu stehen kommt als die linke. Beim Blick nach unten r
die rechte Seite des Kopfes tiefer zu stehen.

Das monokulare Gesichtsfeld.

Bei dem gewöhnlichen Gebrauche unserer Augen betrachten wi
beiden Augen zugleich die Gesichtsobjecte und lassen zur Beurthe
selben auch Bewegungen der Augen, des Kopfes und wohl auch c
Körpers hinzutreten. Es erwachsen aus dieser Vereinigung für uns
mögen wesentliche Vortheile, aber auch schon mit Benutzung eines Au
wir uns bis zu einem gewissen Grade richtige Vorstellungen über
lichen Verhältnisse sichtbarer Dinge der Aussenwelt bilden. In welc
dies erfolgt, soll zuerst dargelegt werden (nach Helmholtz).

Die Stellung, welche ein leuchtender Punkt zu unserem Auge
seine Richtung, ist dadurch zu finden, dass wir von dem Netzha
gerade Linie, Gesichtslinie, durch den Knotenpunkt des Aug
Wir wissen zunächst, dass der leuchtende Punkt vor dem Auge inner
Linie liegen muss*).

Ohne weitere Unterstützung unserer Wahrnehmung bleibt es uns
kommen unbekannt, auf welchem Punkte der durch die Richtung des
Objectes bestimmten Linie, also in welcher Entfernung vor dem Au
leuchtende Punkt befindet**). Betrachten wir z. B. weit entfernte Ge
welche uns aus früheren Erfahrungen über ihre Farbe, Form, Grösse
Anhaltspunkte zur Deutung unserer Gesichtswahrnehmungen bieten,
die Gestirne des Himmels, so erscheinen sie uns, obwohl sie in Wah
den drei Dimensionen des Raumes vertheilt sind, nur nach zwei Di

ften Anordnung vertheilt wahr. Diese imaginäre flächenhafte Anordnung r gesehenen Objecte wird als Gesichtsfeld bezeichnet.

Auch wenn unser Gesichtssinn, z. B. bei binokularem Sehen uns vollständig naue und richtige Anschauungen über die wahre Vertheilung der Objecte im ume verschafft, so überzeugen wir uns leicht, wenn wir mit unserem Blick er die Gesichtsobjecte hinstreifen, dass sie auch dann noch in einer Fläche geordnet scheinen; darin liegt der Grund, warum es möglich ist, durch Zeichngen und Gemälde, die nur eine flächenhafte Ausbreitung besitzen, unserem ge den Eindruck körperlicher Objecte hervorzurufen.

Da wir die Richtung der einzelnen leuchtenden Punkte zu unserem Auge nau feststellen können, so können wir auch die gegenseitige Ordnung ichzeitig gesehener Punkte im Gesichtsfelde bestimmen. Erleichtert und verlkommnet wird diese Bestimmung der relativen Lage der Objecte dadurch, ss wir den Blick im Gesichtsfelde schweifen lassen.

Der relativen Lage der Objecte im Gesichtsfelde entspricht eine correspon-ende relative Lage der durch die Objecte gereizten Netzhautpartien. Die glichkeit der Orientirung im Gesichtsfelde setzt also die Orientirung auf der genen Netzhaut voraus. Das Gesichtsfeld ist gleichsam die nach ssen projicirte Netzhaut, jeder Punkt des Gesichtsfeldes entspricht nem bestimmten Punkte der Netzhaut, dessen Erregung sich durch einen gendwie verschiedenen Zusatz zu der Empfindung von den Erregungen aller deren Netzhautpartien unterscheidet, wenn auch der Reiz an den verschie-nen gereizten Stellen objectiv der gleiche ist. Man bezeichnet diese die Reing jedes einzelnen Netzhautpunktes charakterisirende Zugabe zu einer sonst ichen Empfindung anderer Netzhautstellen, wie bei dem Tastsinn, als Lolzeichen.

Das Sehfeld ist mit dem Auge beweglich, wie die Netzhaut, deren subtives Bild es ist. Jeder Punkt des Gesichtsfeldes hat also seinen correspon-renden Punkt auf der Netzhaut, jeder Punkt des Gesichtsfeldes ist in der npfindung bezeichnet durch das Lokalzeichen, welches der Empfindung der tsprechenden Netzhautstelle angehört. Nachbilder, die in Veränderungen stimmter Netzhautpartien beruhen, wandern daher mit dem Auge und halten Gesichtsfelde, so lange sie sichtbar sind, stets die gleiche Stellung ein. Das eiche gilt von dauernder Veränderung einer Netzhautstelle, auch der Gefässm der Retinalgefässe, der blinde Fleck projiciren sich daher immer an derben Stelle des Gesichtsfeldes.

Bei unbewegtem Auge erregen zwei leuchtende im Gesichtsfelde befindhe Punkte zwei verschiedene Netzhautelemente resp. Sehnervenfasern, deren alzeichen der Erregung uns die Bildung zweier verschiedener Empfindungen öglicht. Von vorne herein wissen wir ebenso wenig, welcher Stelle der zhaut die Lokalzeichen entsprechen, als wo die Sehnervenfasern liegen, lche die Erregung leiten, oder die Ganglienzellen im Gehirn, zu denen die regung geleitet wird. Wir haben aber aus täglicher Erfahrung gelernt, wie r uns selbst oder unsere Hand bewegen müssen, um jeden der leuchtenden per zu berühren. Unsere Lokalkenntniss im Gesichtsfelde wird durch derige Körperbewegungen vermittelt, durch sie lernen wir direct die Lokalhen der Empfindung verbinden mit dem Orte im Sehfeld, in den das Object

gehört, welches eine bestimmte Stelle unserer Netzhaut erregt. Das Netzhautbild selbst kommt also bei der Lokalisation im Gesichtsfelde nicht in Betracht, es ist nur das Mittel, die Lichtstrahlen je eines Punktes des Gesichtsfeldes auf je eine Nervenfaser zu concentriren, wir sehen das Netzhautbild selbst nicht. Das ist der Grund, warum uns die Gegenstände, obwohl sie sich verkehrt auf der Netzhaut abbilden, aufrecht erscheinen. Die Stellung des Netzhautbildes könnte also irgendwie beschaffen sein; die wahre Stellung der Objecte wird primär nicht aus dem Netzhautbild, sondern nur aus den Erfahrungen beurtheilt, die wir vermittelst unserer Körperbewegungen uns von dem Orte im Raume gebildet haben, von dem aus die bestimmten Lokalzeichen unserer Netzhaut normal hervorgerufen werden. Diese Wahrnehmungen sind also keine reinen Empfindungen, sondern Akte unseres Urtheils.

Grössenwahrnehmung. Unser Urtheil über die relative Grösse verschieden grosser Objecte, welche gleich weit von dem Auge entfernt sind, beruht theils auf dem Bewusstwerden der verschiedenen Grösse der Augenbewegungen, welche nothwendig sind, um die verschiedenen Punkte ihres Umfangs zu fixiren, theils auf dem verschiedenen Umfang der von ihnen erregten Netzhautpartie (Grösse des Netzhautbildes), die wir direct als verschiedene Grössen im Gesichtsfelde empfinden. Da das Gesichtsfeld für unsere Vorstellung keine bestimmte Grösse hat, so können wir die absolute Grösse eines Gegenstandes nur durch Zuhülfenahme anderweitig, namentlich durch den Tastsinn, gewonnener Erfahrungen schätzen. Zu der Wahrnehmung der Grösse des Netzhautbildes muss dabei dann noch jedesmal eine Schätzung der Entfernung hinzukommen, da wir durch Erfahrung wissen, dass mit der Entfernung der Umfang des Netzhautbildes, der durch das leuchtende Object erregten Netzhautstelle, resp. der Umfang, den das Object im Gesichtsfeld einnimmt, kleiner wird.

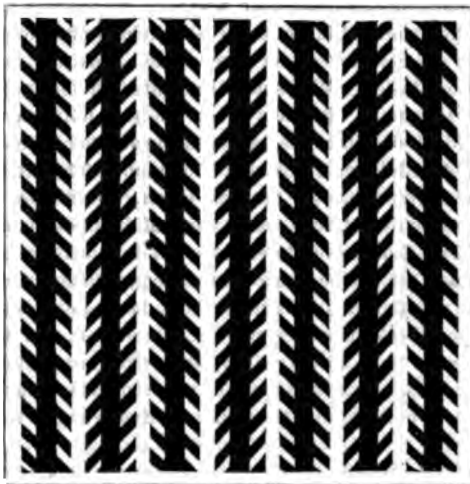
Fechner und Volkmann haben Versuche über die Genauigkeit in der Vergleichung sehr wenig von einander verschiedener Abstände im Gesichtsfeld angestellt. Fechner stellte die Spitzen eines Zirkels auf verschiedene Entfernungen ein und versuchte, den Spitzen eines zweiten Zirkels nach dem Augenmaasse gleiche Entfernung wie denen des ersten zu geben. Volkmann hing drei Fäden, die durch Gewichte gespannt wurden, verschiebbar gegen einander auf, und suchte nach dem Augenmaasse ihre Abstände gleich zu machen, oder er versuchte, feinen, parallelen, durch Mikrometerschrauben beweglichen Silberfäden gleiche Distanzen zu geben. Der mittlere Fehler bei diesen Beobachtungen macht für denselben Beobachter stets nahezu den gleichen Bruchtheil der ganzen verglichenen Länge aus, so dass sich auch in diesen Versuchen die Richtigkeit des Fechner'schen psychophysischen Gesetzes bewährte, welches lehrt, dass die unterscheidbaren Differenzen der Empfindungsgrössen allgemein der gesammten Grösse des Empfundenen proportional sind. Die Vergleichung horizontaler Längen mit vertikalen zeigt noch ausserdem einen weiteren konstanten Fehler, indem wir vertikale Linien für länger halten als gleich lange horizontale. Auch die Vergleichung zwischen zwei vertikalen Linien fällt ungenauer aus als zwischen zwei horizontalen. Volkmann fand bei der letztangegebenen Versuchsmethode den konstanten Fehler in Beurtheilung horizontaler Abstände zu $\frac{1}{79,1}$, bei vertikalen stieg er bis auf $\frac{1}{45,1}$. Auch bei Vergleichung ungleicher Abstände fand Volkmann konstante Fehler, nach welchen die links liegende Distanz immer etwas zu gross gemacht wird im Verhältniss zur rechts liegenden. Mit grosser Schärfe können wir den Parallelismus zweier einfacher Linien beurtheilen, dagegen erscheint in einem richtig gezeichneten, gleichseitigen Dreieck, dessen eine Seite horizontal liegt, der Winkel an der Spitze immer kleiner als die Winkel an der Basis.

Abmessung von Distanzen gelingt auch bei vollkommen ruhender Netzhaut, aber el ungenauer als mit Zuhülfenehmen der Augenbewegungen. Besonders ist dadurch ıue Vergleichung beeinträchtigt, dass Linien, die auf den peripherischen Theilen des ;feldes oder der Netzhaut gerade erscheinen sollen, in Wahrheit gegen den Fixations-onvex gekrümmt sein müssen, da gerade Linien hier gekrümmt erscheinen. Um 'ahrnehmungen zu machen, müssen andere Objecte zur Orientirung fehlen. Da bei uss der Augenbewegungen unser Augenmaass viel weniger sicher ist, so werden bei ınaueren Vergleichung zweier Raumgrössen Augenbewegungen benutzt.

uf **Bewegung eines Objectes** schliessen wir bei unbewegtem Auge daraus, ısselbe seine Stellung in dem Gesichtsfelde wechselt, d. h. dass sein Netz-ld auf der Netzhaut seine Lage verändert. Befinden sich gleichzeitig in esichtsfelde feststehende Objecte, so ist die relative Verschiebung des be-ı Objectes gegen die feststehenden, der eine analoge Verschiebung der utbilder entspricht, ein sehr feines Mittel, um auch sehr langsam vor sich le Bewegungen wahrzunehmen, die auf einem gleichmässigen Hinter-nicht unmittelbar wahrgenommen werden können. Fixiren wir dagegen wegtes Object fortgesetzt und folgen ihm mit unserem Auge, wozu noch und Körperdrehungen nothwendig werden können, so ändert das Netz-d seine Lage nicht, wir schliessen aber aus dem Bewusstwerden der der von uns zum Zweck der fortgesetzten Fixation gemachten Bewegungen Geschwindigkeit der Bewegung des Objectes. Nach den Beobachtungen DT's scheinen uns schnelle Bewegungen subjectiv verlangsamt, langsamere n beschleunigt.

:htungstäuschungen. — Um die Richtung gesehener Objecte genau angeben zu müssen wir ein genaues Bewusstsein von der Stellung unseres Auges, unseres Kopfes ;eres ganzen Körpers haben. Sowie das Bewusstsein nach einer dieser Richtungen t wird, so treten Richtungstäu-n auf. Verschieben wir das e mit dem Finger, während das geschlossen ist, wobei eine Aen-ler Augenstellung ohne die nor-t einer solchen verbundenen efühle stattfindet, so erscheinen ichtsobjecte verschoben. Be-man eine helle, senkrechte ı einem sonst dunklen Raum, Tageslicht eine Linie auf brei-lkommen gleichmässigem Hin-l, und neigt den Kopf gegen die , so erfährt die Linie eine ıre Drehung nach der der Kopf-; entgegengesetzten Richtung. rehung der Linie erreicht ihr m: 45⁰, bei einer Kopfdrehung , bei gerade nach unten gerich-opf erscheint die Linie wieder ıt. Sobald andere Objecte zur ung benutzt werden können, verschwindet die Täuschung.

Fig. 225.



relative Richtung zweier Linien beurtheilen wir falsch, wenn andere dominirende

Linien unser Urtheil stören. Parallele Linien werden scheinbar convergent oder divergent, je nachdem wir schräge Seitenstriche auf sie auffallen lassen (Zöllner) (Fig. 225).

G r ö s s e n t ä u s c h u n g e n müssen, wie aus dem Obengesagten sich ergibt, immer dann eintreten, wenn wir die Entfernung eines Objectes falsch beurtheilen. Je grösser wir die Entfernung eines Objectes von unserem Auge taxiren, desto grösser scheint es uns. Bei dem Sehen in die Ferne kann, wenn wir die Entfernung falsch beurtheilen, z. B. eine Mücke, die sich nahe an unserem Auge vorbei bewegt, sehr gross erscheinen. Der M o n d erscheint uns am Horizont grösser als hoch am Himmel, z. Th. darum, weil der Zenithabstand uns wesentlich kleiner scheint als der Abstand des Horizonts. Die Linie zwischen uns und dem Horizont, auf welcher sich eine Anzahl von Objecten befindet, scheint uns nach demselben Principe länger zu sein als die ununterbrochene zum Zenith, nach welchem uns eine Distanz, welche durch mehrere Zwischenpunkte ausgefüllt ist, grösser erscheint, als die gleiche Distanz ohne die Zwischenpunkte. Ein Bergweg scheint uns aus der Ferne steiler anzusteigen als in der Nähe, weil wir aus der Ferne den tiefsten und den höchsten Punkt des Weges einander näher gerückt glauben.

T ä u s c h u n g e n ü b e r d i e B e w e g u n g v o n O b j e c t e n treten dann ein, wenn unser Bewusstsein von dem Feststehen unseres Auges oder Körpers, z. B. während passiver Bewegungen, Fahren etc. gefälscht ist. Die Netzhautbilder gleiten dann über unsere Retina bei scheinbar unbewegtem Auge hin, und es entsteht so der Schein von Bewegung der Objecte im Gesichtsfeld. Bekannt ist das scheinbare Fortrücken der Landschaft in entgegengesetzter Richtung, in welcher die passive Bewegung des Fahrenden stattfindet. Machen unsere Augen unwillkürliche und unbewusste Bewegungen, so scheinen, wie im S c h w i n d e l, die gesehenen Objecte zu schwanken. Blickt man längere Zeit von einer Brücke in schnell fliessendes Wasser, so bekommt man nach einiger Zeit die Empfindung, als ob man mit der Brücke in entgegengesetzter Richtung wie das nun ruhig scheinende Wasser bewegt würde (cf. S. [illegible]). Dagegen scheint ein sich rasch bewegender Körper, den man durch den electrischen Funken nur momentan beleuchten lässt, zu ruhen, weil in der minimalen Zeitdauer des electrischen Funkens das Retinabild nicht merklich weiter gerückt ist. Auf einem rasch rotirenden Farbenkreisel erblickt man bei der momentanen Beleuchtung mit dem electrischen Funken die Farbensektoren gesondert, ohne dass eine Mischungsempfindung eintritt.

Ausfüllung des blinden Flecks. — Das Gesichtsfeld ist, wie wir oben sahen, das Bild der nach aussen projicirten Netzhaut, die Grenzen des Gesichtsfeldes entsprechen den Grenzen der Netzhaut. Die Lücke in den lichtempfindlichen Apparaten der Netzhaut, die Eintrittsstelle des Sehnerven, der sogenannte b l i n d e F l e c k d e s A u g e s, bedingt auch eine Lücke im Gesichtsfeld. Wir sind für gewöhnlich aber nicht im Stande, diese Lücke im Gesichtsfeld wahrzunehmen. Bei dem Sehen mit beiden Augen wird der Mangel der Empfindung am blinden Fleck des einen Auges durch die statthabenden Empfindungen im anderen Auge, in welchen dem blinden Fleck eine lichtempfindliche Stelle entspricht, wechselweise ausgeglichen. Aber auch, wenn wir mit dem einen, unbewegten Auge das Gesichtsfeld betrachten, so erkennen wir die Lücke nicht. Die auf die Lücke fallenden Objecte des Sehfeldes verschwinden einfach. Eine Linie, deren Ende auf die Lücke im Gesichtsfeld trifft, scheint verkürzt. Heften wir den Blick eines Auges auf eine gleichmässig erhellte und gefärbte Fläche, so erscheint trotz der durch den blinden Fleck bedingten Lücke, die ganze Fläche, also auch der dem blinden Fleck entsprechende Theil derselben, von der Farbe des Grundes. Nach E. H. Weber, Volkmann u. A. füllen wir mittelst der Empfindungen der benachbarten Netzhauttheile die Lücke aus, und zwar so, wie es unserem Urtheil nach am e i n f a c h s t e n und w a h r s c h e i n l i c h s t e n ist, und wie es unseren Erfahrungen von den Gestalten der Dinge entspricht.

Richtung des Sehens.

Wir haben erfahren, dass wir die Richtung der Gesichtslinie, die mit der Stellung des Auges gegen den Kopf oder den ganzen Körper wechselt, im Allgemeinen richtig beurtheilen

d daraus richtige Schlüsse auf die Richtung der gesehenen Objecte ziehen können. Es be-ıt diese Fähigkeit, wie oben angedeutet, auf dem Muskelgefühl. Wir dürfen uns aber ht vorstellen, dass wir dabei die Richtung unserer Gesichtslinie nach der wirklichen Stel-g des Augapfels oder nach der von der Stellung abhängigen Verlängerung oder Verkürzung r Augenmuskeln beurtheilen. Verlagern wir den Augapfel, z. B. durch den Druck, so glauben r Bewegungen der Objecte zu sehen, zum Beweise, dass wir uns keine richtige Vorstellung n der stattfindenden Lageveränderung unseres Auges oder von den dabei gleichzeitig hervor-rufenen Muskeldehnungen zu machen im Stande sind. Die Beobachtungen erweisen, dass r die Richtung der Gesichtslinie nur beurtheilen nach der Willensanstrengung, rch die wir eine Aenderung in der Stellung des Auges hervorzurufen streben. Jedem solchen illensimpulse entspricht als direct wahrnehmbare Folge eine Lageveränderung der Objecte Sehfeld. In diesen Veränderungen haben wir eine Controle für den Erfolg des Willensein-sses, und diese Controle des Erfolgs muss beständig stattfinden, wenn richtige Urtheile über Richtung der Gesichtslinie und der fixirten Gegenstände gefällt werden sollen. Nach dieser ite eintretende Täuschungen sind für die Auffassung der hier obwaltenden Verhältnisse sehr rreich. Hat man sich längere Zeit bemüht, ein bewegtes Object zu fixiren, so stellt sich hwindel ein, es scheinen dann ruhende Objecte in der entgegengesetzten Richtung sich bewegen. Es beruht diese Scheinbewegung auf einer Fälschung unseres Urtheils über die r Fixirung gehörigen Muskelgefühle. Nach Seite 888 scheinen einem in einem Wagen rasch hrenden sich die Gegenstände, an denen er vorüberfährt, in entgegengesetzter Richtung e der Wagen zu bewegen. Will der Fahrende einen der Gegenstände am Wege fixiren, so ss er seine Augen rasch der Richtung des Wagens entgegen bewegen. Dadurch gewöhnt sich, die zu diesem Zwecke ausgeübten Willensimpulse als überhaupt für die Fixation eines jectes nöthig zu halten, und macht die entsprechenden Augenbewegungen nachher unbe-sst auch bei der Fixation ruhender Objecte, die dadurch die Scheinbewegung annehmen. alog ist die Erklärung des Gesichtsschwindels nach Drehbewegungen des Körpers, d das oben angeführte Phänomen, dass ein von einer Brücke aus einem rasch strömenden ss längere Zeit Entgegenblickender die Brücke und sich stromaufwärts bewegt zu sehen ubt.

Auch noch bei dem in Beziehung auf den Sehact vollkommen ausgebil-ten Auge ist also nur durch ununterbrochene Vergleichung mit den Re-ltaten der anderweitigen Sinneswahrnehmungen, vor Allem mit denen s Tastsinnes, eine genaue Orientirung vermittelst des Gesichtssinnes glich. Wir haben es sonach mit keiner etwa angeborenen Fähigkeit zu thun, wenn wir s gesehene Object in die Richtung der Gesichtslinie verlegen, wir thun das in Folge einer hren Erziehung, zu der die Stellung des Netzhautbildes an sich nichts beiträgt. An d für sich rufen die Gesichtsempfindungen keine Vorstellung von der Richtung des Ge-henen hervor; um solche Vorstellungen zu erzeugen, müssen erst mannigfache Erfahrungen s dem Gebiete anderer Sinneswahrnehmungen hinzutreten. Unstreitig der wichtigste Sinn r die Ausbildung der Raumvorstellung ist der Tastsinn; nach den mit seiner Hülfe ge-nnenen Resultaten unserer Erfahrung lernen wir die an sich unräumlichen Netzhautempfin-ngen deuten. Darin findet die Frage ihre Beantwortung, warum wir die Objecte auf-cht sehen trotz des verkehrten Netzhautbildes, wie wir schon oben diese Beantwortung eutelen (S. 886).

Man hat gewöhnlich die Annahme gemacht, dass jedes Auge die gesehenen Objecte in die htung der oben definirten Richtungslinien der beiden Augen verlege. Nach den Beobach-gen Hering's muss diese Annahme wesentlich modificirt werden. Unser natürliches Sehen chieht mit zwei Augen, und wir lernen unmittelbar aus der Erfahrung nur die Lage kennen, che die gesehenen Objecte nicht zu einem unserer Augen, sondern zu beiden oder viel-ır zur Mittellinie unseres gesammten Körpers einnehmen. Wir sind durchaus nicht geübt, verschiedenen Richtungen beider Augen von einander zu unterscheiden. Wir meinen nur einem Gesichtsorgane zu sehen, das wir uns in der Mitte zwischen beiden Augen als ein

imaginäres Cyklopenauge denken können. Dieses imaginäre einfache Auge is gemeinsamen Fixationspunkt beider Augen gerichtet, seine Raddrehung erfolgt nach Gesetzen wie in den beiden Augen. Denken wir uns dann die Netzhautbilder aus wirklichen Augen in das Cyklopenauge übertragen, in der gleichen Anordnung, i sie sich dort finden, dann werden die Punkte des Netzhautbildes nach projicirt in den Richtungslinien des imaginären Cyklopenauges.

In Bezug auf die Lokalisirung der entoptischen und subjectiven nehmungen gilt das Gesetz, dass jeder Eindruck auf die Netzhaut in denjenigen Gesichtsfeldes verlegt wird, wo ein äusseres Object erscheinen würde, welches p legen wäre, durch sein Licht die entsprechenden Netzhautstellen zu beleuchten (H

Wahrnehmung der Tiefendimension.

Das einzelne Auge belehrt uns zunächst nur über die Richt welcher ein gesehener Punkt liegt (Helmholtz). Zur Schätzung der Ent desselben vom Auge besitzt das einzelne Auge direct nur das Gefü seinen Accommodationszustand. Wenn sich der leuchtende P der Gesichtslinie, resp. Visirlinie hin- und herbewegt, so kann sich bei mässigem Accommodationszustand Nichts an der Grösse des Zerstreuungs der auf der Netzhaut entworfen wird, verändern. Aber auch diese V rung fehlt, wie wir sahen, gänzlich, so lange die Hin- und Herbeweg betreffenden Punktes innerhalb der Grenzen der Czermak'schen Accom tionslinie vor sich geht.

Es wird, wie wir sahen, durch die Benutzung des einen Auges di eine flächenhafte Raumanschauung vermittelt, zur Erkenntniss der T dimension des Raumes ist die Benutzung der beiden Augen von lichem Vortheil.

Im Allgemeinen lassen sich die Hülfsmittel, welche wir zur Beurt der dritten Raumdimension besitzen, eintheilen in Vorstellung d standes, die wir aus der Erfahrung über die uns schon anderweitig b besondere Beschaffenheit der gesehenen Objecte entnehmen, und in nehmungen des Abstands, welche sich direct auf Empfind beziehen (Helmholtz).

Die Vorstellungen über den Abstand gesehener Objecte s der Benutzung beider Augen zum Sehen, von dem Gefühle einer Acco tionsanstrengung, von Benutzung von Augenbewegungen oder Körper ungen vollkommen unabhängig. Zunächst kommen hier unsere Kenn über die Grösse der gesehenen Objecte in Betracht. Je entfernter ein stand ist, desto kleiner, unter desto kleinerem Gesichtswinkel ersch Wir können also aus der wechselnden Grösse des Netzhautbildchens, re Gesichtswinkels eines Gegenstandes von bekannter Grösse, z. B. eines Me die Entfernung, in der er sich von uns befindet, nach einiger Uebung seh schätzen oder nach directer Messung des Gesichtswinkels berechnen, z militärischen Zwecken. Bei Objecten, welche, wie Häuser, Bäume, K pflanzen etc. grössere Schwankungen in der Durchschnittsgrösse zeigen Mensch (oder Hausthiere), gelingt dem entsprechend die Entfernungssch oder Berechnung weniger genau. Ist uns über die wahre Grösse eine

nten Gegenstandes Nichts bekannt, so unterschätzen wir sie meist sehr be-
ıtend, wie Bewohner der Ebene die Höhe der Berge und die Entfernung
ıerhalb derselben für weit geringer anschlagen, als sie wirklich sind. Auch
Kenntniss der Form der gesehenen Objecte kann zur Schätzung ihrer
tfernung mit beigezogen werden, namentlich dann, wenn zwei Objecte sich
n Theil decken, woraus wir schliessen, dass das deckende uns näher liege
das gedeckte. Kennen wir aus Erfahrung an Körpern eine gewisse Regel-
ıssigkeit, wie z. B. an einem Haus, einem Tisch, Cylinder etc., so genügt das
ıon, um uns den Eindruck der Körperlichkeit und scheinbares Hervortreten
d Zurückweichen der einzelnen Theile desselben hervorzurufen. Dasselbe
rmag in diesem Falle ein richtiges perspectivisches, namentlich gut schattirtes
ld, während die beste auch photographische Abbildung von Gegenständen,
ren Form uns unbekannt ist, uns kaum eine annähernde Anschauung über
re körperliche Form gewähren kann. Je nach ihrer Neigung gegen die ein-
llenden Strahlen zeigen die Flächen eines Körpers verschiedenartige Be-
uchtung; der Schlagschatten, den er wirft, gibt uns Aufschluss, wie
e beschatteten Körper zu ihm gelagert sind. So dient die Beleuchtung auch
ı Beurtheilung der Entfernung eines gesehenen Gegenstandes. Für entfernte
genstände hilft ausser der eigentlichen Beleuchtung noch die Luftper-
ective mit. Unter Luftperspective versteht man die Trübung und Farben-
ränderung der Bilder ferner Objecte wegen der unvollkommenen Durchsich-
keit der vor ihnen liegenden Luftschichten. Die Farbenveränderung nimmt
t der Dicke der Luftschicht zwischen dem beobachteten Auge und dem Ob-
te zu. Sind die fernen Gegenstände dunkler als die vorliegende Luftschicht,
e z. B. ferne Berge, so erscheinen sie blau, sind sie heller, so erscheinen sie
e die untergehende Sonne roth. Die Durchsichtigkeit der Luft ist aber zu
schiedenen Zeiten, an verschiedenen Orten so schwankend, dass sie zahl-
che Urtheilstäuschungen über die Entfernung der gesehenen Objecte hervor-
t. Die Klarheit der Luft im Hochgebirge, welche auch relativ ferne Gegen-
nde scharf gezeichnet und fast ohne Veränderung ihrer Farbe durch Luft-
spective erscheinen lässt, betheiligt sich für die Bewohner von Tiefebenen
dem oben angeführten Grunde, um ihnen die Grössen- und Entfernungs-
hältnisse in den Bergen zu klein erscheinen zu lassen; erst fortgesetzte
bung durch Ersteigung der Berge und durch Wandern in ihren Thälern bringt
e richtige Schätzung der Abstände zu Wege. Auch an der oben erwähnten
rgrösserung des Mondes am Horizonte hat die Luftperspective entschiedenen
theil.

Es ist unzweifelhaft, und bei Kindern ist es durch Beobachtung leicht und
her nachzuweisen, dass wir die Gesetze der Beleuchtung des Schlagschattens,
Lufttrübung, der perspectivischen Darstellung und Deckung verschiedener
rper, die Grösse der Menschen und Thiere etc., die wir zur Beurtheilung der
rperformen und Entfernungen benutzen, erst durch Erfahrung kennen
ernt haben und unsere Kenntniss durch Uebung verfeinern. Es liegt also
er der auf diesen Erfahrungen begründeten Anschauungen über die räum-
ıen und körperlichen Verhältnisse der gesehenen Objecte ein Akt des Ur-
eils zu Grunde, aber es fehlt uns in den meisten Fällen davon jedes Be-
sstsein. Die Associationen der Vorstellungen geschehen nicht bewusst und

nicht willkürlich, sondern ganz analog wie bei den unmittelbaren Wahrnehmungen wie durch eine äussere zwingende Macht, wie durch eine blinde Naturgewalt hervorgerufen, sie geben uns Anschauungen von der räumlichen Anordnung der Körper mit vollkommen sinnlicher Lebhaftigkeit; es ist das von der grössten Wichtigkeit für die allgemeine Beurtheilung unserer scheinbar objectiven Sinneseindrücke (Helmholtz).

Die zweite Klasse der Hülfsmittel, die wir zur Beurtheilung der dritten Raumdimension besitzen, sind wirkliche Wahrnehmungen des Abstandes. Diese beruhen auf dem Gefühl der Accommodationsanstrengung, auf der Benutzung von Bewegungen des Kopfes und des ganzen Körpers bei der Beobachtung, und auf dem gleichzeitigen Gebrauche beider Augen.

Schon oben wurde erwähnt, dass und warum die Accommodationsgefühle in relativ beschränktem Maasse Hülfsmittel zur Beurtheilung der Entfernung abgeben. Wund machte Versuche darüber, indem er mit einem Auge durch die Oeffnung eines feststehenden Schirmes nach einem vertikal ausgespannten Faden hinblickte. Ueber die absolute Entfernung konnten so gut wie keine Angaben gemacht werden. Eine Annäherung des Fadens an das Auge wurde deutlicher erkannt als eine Entfernung desselben, im ersten Falle kam die Zunahme der Accommodationsanstrengung zum Bewusstsein, mit Ermüdung der Accommodation trat wachsende Unsicherheit der Beurtheilung der Wahrnehmungen ein.

Unter all den bisher genannten Mitteln zur Schätzung der Entfernung steht an Sicherheit obenan die Vergleichung der **perspectivischen Bilder** eines Gegenstandes von verschiedenen Standpunkten aus. Eine solche Vergleichung ist sowohl mit einem Auge als mit Benutzung beider Augen ausführbar. Im ersteren Falle beobachten wir die perspectivische Verschiebung beim Fortbewegen des Kopfes und des Körpers; gebrauchen wir beide Augen, so entstehen gleichzeitig zwei perspectivisch verschiedene Bilder von demselben Gegenstande.

Einäugige Personen scheinen sich des Mittels der perspectivischen Verschiebung der Objecte bei Kopf- und Körperbewegungen vorzüglich zu ihrer Beurtheilung der Entfernung zu bedienen. Wenn wir uns vorwärts bewegen, so bleiben seitlich von uns gelegene ruhende Gegenstände hinter uns zurück, sie gleiten in unserem Gesichtsfelde scheinbar in entgegengesetzter Richtung, als je in welcher wir fortschreiten, an uns vorüber. Je näher die Gegenstände sich uns befinden, desto rascher ist diese Scheinbewegung, fernere Gegenstände zeigen sie auch, aber mit zunehmender Entfernung langsamer, sehr entfernte Gegenstände z. B. Sterne behaupten, so lange wir die Richtung unseres Körpers und Kopfes beibehalten, ruhig ihren Platz im Gesichtsfelde. Die scheinbare Geschwindigkeit der Winkelverschiebung der Gegenstände im Gesichtsfelde gestattet, da sie ihrer wahren Entfernung umgekehrt proportional ist, sichere Schlüsse auf die wahre Entfernung. Durch die gegenseitige Verschiebung, welche dabei die verschieden entfernten Gegenstände zeigen, wird uns ihre verschiedene Entfernung direct anschaulich. Die entfernteren Objecte bewegen sich im Vergleich mit den näheren scheinbar in der Bewegungsrichtung des Beobachters vorwärts, die näheren umgekehrt scheinbar rückwärts. Bekanntlich basirt die messende Bestimmung der Fixsternentfernungen (resp. Paral-

) auf derselben scheinbaren Verschiebung, wobei aber die Fortbewegung eobachters nicht durch seine eigenen Körperbewegungen, sondern durch ewegung der Erde um die Sonne besorgt wird.

3ei binocularem Sehen entwirft jedes Auge ein perspectivisches des gesehenen Gegenstandes. Wegen des verschiedenen Standpunktes, die beiden Augen gegenüber dem Objecte einnehmen, sind diese Bilder ; von einander verschieden. Die Unterschiede sind dieselben, als ob wir egenstand sich erst in dem einen Auge hätten abbilden lassen, und hätten das Auge fortgerückt um ebensoviel, als die beiden Augen von einander hen, die Differenzen sind sonach mit den oben geschilderten Veränderungen ilder durch perspectivische Verschiebung identisch. Auf diese Weise wer- ;anz ausserordentlich genaue sinnliche Anschauungen der Entfernung her- rufen. Bekanntlich beruht der Eindruck der stereoskopischen Ab- ungen (cf. unten) auf diesem Principe.

)ie absolute Entfernung eines binokular gesehenen Gegenstandes , wenn andere Momente zur Bestimmung fehlen, auch lediglich mittelst uskelgefühls ziemlich sicher geschätzt werden, welches die Konver- : unserer auf den Gegenstand eingestellten Augen hervor- HELMHOLTZ benutzte zu diesen Beobachtungen die sogenannten Tapeten- ·; WUND hat schon früher messende Versuche darüber angestellt. Auf schwarzen vertikal und verschiebbar aufgehängten Faden vor einem ent- n gleichmässig weissen Grund blickte er durch einen horizontalen, gegen aden hin etwas röhrenförmig verlängerten Schlitz mit beiden Augen, so er Nichts als einen Theil des Fadens sehen konnte. Die absolute Entfer- wurde immer kleiner geschätzt, als sie wirklich war. Je grösser die rnung gesehener Gegenstände ist, desto mehr sind wir überhaupt geneigt, be zu unterschätzen. Sehr viel genauer als die absoluten Entfernungen ;t es auf diese Weise Entfernungsänderungen zu erkennen, die noch wahr- ımenen Aenderungen liegen an der Grenze des überhaupt Wahrnehmbaren.

;ereoskope. — Von je zwei zusammengehörigen stereoskopischen Bildern as eine die Ansicht dar, wie sie das rechte, das andere die Ansicht, wie sie das linke on dem abgebildeten Objecte bei directer Betrachtung erhalten würde. Die beiden Bil- ıd also von etwas verschiedenen Gesichtspunkten aufgenommen, sie dürfen einander leich sein; verglichen mit den Bildern sehr weit entfernter Objecte, müssen die Bilder ıher liegenden in der Abbildung, welche dem Bilde des rechten Auges entspricht, um ter nach links, in der dem Bilde des linken Auges entsprechenden Abbildung dagegen weiter nach rechts verschoben sein, je näher die Objecte an den Beschauer heran- :. Legen wir die beiden Abbildungen so auf einander, dass die Bilder unendlich ent- Punkte sich decken, so werden die Bilder von näher gelegenen um so weiter ausein- fallen, je näher sie dem Beschauer sind. Diese mit der zunehmenden Annäherung an schauer wachsende Distanz wird als stereoskopische Parallaxe bezeichnet, und ›ositiv, wenn die näheren Punkte für das rechte Auge nach links, für das linke nach sich verschoben zeigen.

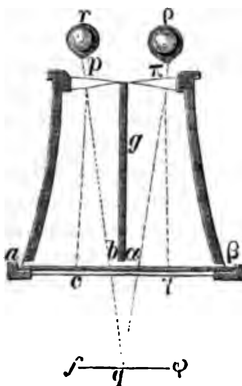
ılche stereoskopische Bilder geben uns dieselbe Anschauung der körperlichen Form, wie e bei wirklicher Betrachtung des Gegenstandes selbst erhalten. Für die Betrachtung n die Bilder so gleichzeitig vor die beiden Augen gebracht werden, dass beiden die un- h entfernten Punkte, die die Bilder darstellen, in der gleichen Richtung erscheinen. ıan die beiden Bilder in der Art rechts und links neben einander, dass ihre zusammen-

gehörigen Punkte etwa um den Abstand der Knotenpunkte der beiden Augen des Beobachters von einander abstehen, und betrachtet sie mit parallel gerichteten Gesichtslinien, mit beiden Augen also in gleicher Richtung, so tritt die stereoskopische Täuschung ein. Wir sehen dann scheinbar drei Bilder, von denen das mittlere, mit beiden Augen gesehene, stereoskopisch erscheint, die seitlichen Bilder, von denen das linke nur mit dem rechten, das rechte nur mit dem linken Auge gesehen wird, erscheinen natürlich eben. Man hat Instrumente ersonnen, um dem Beobachter die Auffindung und Erhaltung der richtigen Augenstellung für das stereoskopische Sehen zu erleichtern, da dasselbe ohne Instrument einige Uebung voraussetzt. Für die Erzeugung der körperlichen Anschauung selbst sind diese Instrumente: Stereoskope ohne wesentlichen Vortheil.

Die Unterschiede der beiden Netzhautbilder, welche zur Wahrnehmung der Tiefendimension des Raumes führen, werden mit ausserordentlicher Genauigkeit von dem Auge aufgefasst. Die gewöhnlichen stereoskopischen Photographien zeigen nur bei aufmerksamer Betrachtung der Contouren vorn stehender Gegenstände die charakteristischen Unterschiede. Das Auge kann bei dem stereoskopischen Sehen noch Unterschiede machen, welche sonst kaum mit Anwendung künstlicher Messungsinstrumente aufgefasst werden können, was z. B. zu der bekannten Anwendung des Stereoskops zur Unterscheidung täuschend nachgeahmter Banknoten von den echten benutzt wird. Nach den Beobachtungen von Helmholtz geschieht die Vergleichung der Netzhautbilder beider Augen zum Zwecke des stereoskopischen Sehens mit derselben Genauigkeit, mit welchem die kleinsten Abstände (cf. oben) von einem und demselben Auge noch gesehen werden. Mit der zunehmenden Entfernung der Gegenstände nimmt unsere Fähigkeit, die Abstände richtig stereoskopisch zu erkennen, rasch ab, da für die Betrachtung sehr entfernter Gegenstände die menschlichen Augen nicht weit genug von einander abstehen, um zwei merklich verschiedene Netzhautbilder zu erhalten. Vergrössert man die Distanz der Augen künstlich, so erscheint nun auch von entfernten Gegenständen das Relief deutlicher. Zu diesem Zwecke dient das Telestereoskop.

Wheatstone war der erste, welcher ein Stereoskop baute. Das Wesentliche an dem Instrumente sind zwei nahe neben einander stehende, unter 45° gegen den Horizont geneigte Spiegel, deren spiegelnde Flächen nach oben gewendet sind. Die beiden Abbildungen, welche stereoskopisch gesehen werden sollen, werden in einiger Entfernung von den Spiegeln, parallel mit der Meridianebene des Kopfes des Beschauers, aufgestellt. Jedes der beiden Augen des Beobachters sieht auf einen der geneigten Spiegel, von denen jeder seine Abbildung in der Weise in das entsprechende Auge reflectirt, als läge das Bild senkrecht unter dem Auge. Der Eindruck für den Beobachter ist dann so, als sähe er an der betreffenden Stelle nicht die beiden Abbildungen, sondern den räumlich ausgedehnten Gegenstand derselben selbst. Durch die Reflexion im Spiegel wird dabei rechts und links verkehrt, so dass die stereoskopisch zu sehenden Bilder negative Parallaxe haben müssen. Verbreiteter als das eben genannte Instrument ist das Stereoskop von Brewster. Es besteht der Hauptsache nach aus zwei Prismen mit convexen Flächen, d. h. den beiden Hälften einer dicken Convexlinse von 0,18 Meter Brennweite, welche die gleiche optische Wirkung haben, als hätte man eine Convexlinse mit einem ebenen Prisma verbunden. Diese Prismen sind mit ihren Schneiden gegen einander gekehrt, je ein Auge blickt durch ein Prisma. Die beiden stereoskopisch zu sehenden Abbildungen befinden sich neben einander auf demselben Blatte. Jedes Auge blickt durch das Prisma auf die für das Auge berechnete Abbildung, während eine Scheidewand jedes Auge hindert die für das andere bestimmte Abbildung zu sehen. Die senkrecht von den beiden Abbildungen gegen die Prismen verlaufenden Strahlen werden von diesen so divergent gemacht, als kämen sie von einem gemeinsamen, in der Mitte zwischen beiden

Fig. 226.



lern etwas weiter als diese entfernten Orte her, für den das Auge sich accommodiren kann. diesem Orte erscheint dann das körperliche Bild. Das Ganze ist compendiös in einen pasden Holzkasten eingeschlossen, in welchen das Licht meist von der Langseite her einfällt, transparente Bilder tritt es von unten (hinten) her durch eine mattgeschliffene Glastafel, welcher die Bilder liegen. Am auffallendsten sind die Wirkungen des Stereoskops bei :hnungen, welche Körper, z. B. Krystallgestalten, nur im Umriss darstellen, selbst sehr wickelte derartige Darstellungen, die ohne Stereoskop kaum verständlich sind, erscheinen seiner Hülfe in deutlich körperlicher Form. Am täuschendsten wirken die photograschen Abbildungen, bei denen zur richtigen Zeichnung auch noch die vollkommen richtige ıattirung hinzukommt, welche mit Stift oder Pinsel niemals in dieser Gleichmässigkeit ausührt werden kann.

Ueber die Genauigkeit des stereoskopischen Sehens hat Dove ein Beispiel gegeben. Komirt man zwei mit demselben Stempel, aber aus verschiedenem Metall geschlagene Medaillen reoskopisch, so erscheint das körperliche Bild nicht eben, sondern gewölbt und schräg gend. Der Grund liegt darin, dass die Metalle nach dem Prägen sich etwas ungleichmässig der ausdehnen, wodurch Grössenunterschiede entstehen, die, so gering und bei gewöhnher Vergleichung unwahrnehmbar sie sind, doch auf diesem Wege zur Wahrnehmung nmen. Es gehört fast zu den Dingen der Unmöglichkeit, wenn in einer Buchdruckerpresse rselbe Satz von Buchstaben zweimal gesetzt wird, die Abstände der Buchstaben in beiden llen absolut gleich gross zu machen. Kombinirt man daher stereoskopisch z. B. die ent-echenden Blätter aus einer ersten und einer unverändert gedruckten oder nachgedruckten eiten Auflage, so scheinen einzelne Worte und Buchstaben hinter den anderen zu liegen, ährend zwei vollkommen gleiche Blätter desselben Drucks eben erscheinen. Doch können in Folge von Unterschieden, veranlasst durch ungleichmässige Befeuchtung oder Zerrung ch ein gewölbtes oder schräg liegendes stereoskopisches Bild geben. Die stereoskopische terscheidung falscher von wahren Werthpapieren beruht auf dem gleichen Principe. ist unmöglich, die Abstände der Buchstaben in der Copie absolut genau gleich denen im iginal zu machen, diese Unterschiede zeigen sich im Stereoskop als Unebenheiten oder Hertreten einzelner Worte und Buchstaben. Die echten Werthpapiere werden meist mit veriedenen Druckplatten gedruckt, die jeder einzelnen Platte entsprechenden Drucke liegen, reoskopisch gesehen, meist in verschiedenen Ebenen, so dass das Stereoskop dadurch Auf-luss geben kann, wie viele Druckplatten zum Druck Verwendung gefunden haben. Die ıtrole gleicher Maassstäbe auf stereoskopischem Wege stützt sich auf analoge Verhältnisse. :h von Himmelskörpern, z. B. vom Mond, kann man stereoskopisch zu kombinirende Bilder alten. Man photographirt zu diesem Zwecke den Mond in zwei verschiedenen Monaten, Momenten, in denen die Beleuchtung durch die Sonne dieselbe ist. Die geringen Verändegen seiner Stellung gegen die Erde genügen dann, ihn nicht nur in Kugelgestalt, sondern h, wenigstens zum Theil, seine Ringgebirge im natürlichen Relief erscheinen zu lassen.

Wettstreit der Sehfelder.

Sind beide Gesichtsfelder mit so verschiedenartigen Formen gefüllt, dass sie keine stereopische Verbindung zu dem Bilde eines Körpers erlauben, so erblickt man nach Helmholtz Allgemeinen beide Bilder gleichzeitig und im Gesichtsfelde einander superponirt. Meist r überwiegt in einzelnen Theilen des gemeinsamen Gesichtsfeldes mehr das eine Bild, in eren mehr das andere, und zwar kann das insofern wechseln, dass da, wo eine Zeit lang schliesslich Theile des einen Bildes sichtbar waren, nun Theile des anderen hervortreten die ersteren verdrängen.

Dieser Wechsel wird als Wettstreit der Sehfelder bezeichnet, er lässt Theile der len Bilder bald neben, bald nach einander sich gegenseitig verdrängen. Helmholtz gibt dass er im Stande sei, willkürlich seine Aufmerksamkeit bald dem einen, bald dem anderen

monokularen Sehfelde zuzuwenden, wobei dann die Eindrücke des gerade unbeachteten vollkommen verschwinden. Diese Thatsache ist wichtig, weil sie lehrt, dass der Inhalt jedes einzelnen Sehfeldes, ohne durch organische Einrichtungen mit einander verschmolzen zu sein, zum Bewusstsein gelangt, und dass die Verschmelzung beider Sehfelder in ein gemeinsames Bild, wo sie vorkommt, also ein psychischer Akt ist (Helmholtz). Am bekanntesten sind die Erscheinungen des Wettstreits beider Sehfelder, wenn beide Augen verschiedenfarbige oder verschieden erleuchtete Felder betrachten. Hält man von zwei möglichst gleich hellen farbigen Gläsern, z. B. ein rothes und ein blaues, das eine vor das rechte, das andere vor das linke Auge, so erblickt man die fixirten Objecte fleckig roth und blau gefärbt, und zwar in einem unruhigen, besonders Anfangs sehr lebhaften Farbenwechsel, endlich stumpft sich die Empfindlichkeit für die Farben ab und die Färbung des Gesichtsfeldes wird eine mehr gleichmässige, unbestimmt aber zeitweise immer noch farbig wechselnd [illegible]. Die Ansichten sind übrigens über den Erfolg der binokularen Farbenmischung getheilt. Während Helmholtz u. A. hierbei nur den Wettstreit der Sehfelder wahrnehmen, sehen [illegible], Panum, Hering, W. von Bezold, W. Dobrowolsky u. A. die Mischfarbe. Die binokulare Farbenmischung führt nach Letzteren zu denselben Ergebnissen wie die Mischung auf dem Farbenkreisel. Dove und Reynault konnten sogar auf diese Weise die Komplementärfarben binokular zu Weiss vereinigen. Die Schwierigkeit, welche durch passend gewählte, dem Auge vorgesetzte Convex- oder Concavgläser beseitigt werden kann, liegt darin, dass das Auge verschiedene Sehweiten für verschiedene Farben besitzt, die beiden (sonst gleich brechenden) Augen können sonach nicht ohne Weiteres gleichzeitig für zwei verschiedene Farben genau fixiren. Besser als mit verschiedenfarbigen Gläsern gelingen diese Farbenmischungen im Stereoskop. Man betrachtet in ihm zwei verschiedenfarbige Tafeln, deren eine Seite rechts z. B. roth, die andere, die linke, blau ist; bei der einen Tafel ist aber das rothe Feld breiter, bei der anderen das blaue. Bei der stereoskopischen Kombination erscheint die eine Seite des einfach erscheinenden Objectes roth, die andere blau, in der Mitte tritt aber eine Farbenmischung ein, wo sich roth und blau decken, erscheint violett (Brücke). Die binokulare Farbenmischung scheint der Young-Helmholtz'schen Hypothese zur Stütze zu dienen, da nach ihr die Mischfarbe nichts anderes ist, als die Summe dreier verschiedener sich sonst nicht beeinflussender Eindrücke, je einer auf eines der specifisch verschiedenen Farbenpercipirenden Organe. Es brauchen also die für eine Mischfarbenempfindung gleichzeitig zu reizenden Farbenempfindungsorgane nicht einmal in demselben Auge zu liegen; die Leitung kann für das Zustandekommen der Farbenmischung nicht nur in verschiedenen Fasern desselben Opticus, sondern sogar in zwei verschiedenen Opticusstämmen stattfinden; die Mischung selbst kommt erst im Centralorgane zu Stande.

Der Glanz stereoskopischer Objecte. — Lässt man in dem einen von zwei stereoskopisch zu kombinirenden Bildern eines Körpers eine Fläche weiss, die man in dem anderen Bilde schwarz macht, oder gibt man ihnen verschiedene Farben, so erscheinen solche Flächen bei der stereoskopischen Betrachtung glänzend. Der Grund scheint der zu sein, dass wir Flächen glänzend erscheinen, die eine mehr oder weniger regelmässige spiegelnde Reflexion zeigen, wobei es sich oft trifft, dass eines unserer Augen sich in der Richtung des reflectirten Strahles befindet, das andere nicht, dem ersten erscheint dann die Fläche stark beleuchtet, dem anderen schwach (Helmholtz). Einen analogen Eindruck des Glanzes muss es hervorbringen, wenn wir im Stereoskope eine Fläche mit beiden Augen verschieden stark erleuchtet sehen. Ebenso kann es vorkommen, dass ein glänzender, von farbigen Objecten umgebener Körper dem einen Auge reflectirtes Licht von einer Farbe, dem anderen von anderer Farbe zusendet, so dass er beiden Augen verschieden gefärbt erscheint, was bei einem matten Körper niemals der Fall sein kann. Wenn im stereoskopischen Sehen das eine Auge den Körper anders gefärbt sieht als das andere, so kann dieser Eindruck also nur als Glanz gedeutet werden (Helmholtz). Ziemlich analog sind die Erklärungen des Glanzes von Dove und [illegible]

Fehler in der Beurtheilung von Linienrichtungen beim Sehen mit zwei Augen [illegible] Veränderung der Kopfrichtung hat Hering aufgefunden. Nach seinen Beobachtungen

scheinen diejenigen Linien vertikal zur Visirebene, welche sich auf solchen Meridianen des ges abbilden, welche bei der Stellung des Auges parallel der mittleren Sehrichtung wirklich r Visirebene vertikal sein würden (HELMHOLTZ).

Die Lage aller Linien, welche durch den Fixationspunkt gehen, aber nur nahezu senkcht zu der mittleren Sehrichtung sind, deuten wir nach demselben Principe. Zeichnet n auf einer ebenen Fläche einen Stern aus einer Anzahl von Linien, die sich in einem nkte schneiden, und fixirt diesen Punkt mit nach oben gerichtetem Blick, so scheinen die ch oben gerichteten Strahlen des Sterns in einer concaven, die nach unten gerichteten in er convexen Kegelfläche zu liegen; umgekehrt, wenn man den Kreuzungspunkt mit nach en gerichtetem Blicke fixirt. Der Theorie aus dem oben zuletzt angeführten Gesetze zuge liegen die betreffenden Linien scheinbar in einer Kegelfläche zweiten Grades, deren tze im Fixationspunkt liegt, die ferner durch die beiden Blicklinien geht, und deren Durchnitt mit der durch die Mittelpunkte der Augen senkrecht zur Visirebene gelegten Ebene e Ellipse ist, deren vertikale Axe etwas grösser ist als die horizontale. v. RECKLINGHAUSEN timmte durch Beobachtung die Lage solcher Linien, die zur mittleren Sehrichtung bei obenem oder gesenktem Blick senkrecht erscheinen. Der Theorie nach, welcher die ungen gut entsprechen, liegen auch diese Linien in einer durch den Fixationspunkt und Blicklinien gehenden Kegelfläche zweiten Grades, die v. RECKLINGHAUSEN Normalfläche nnt, weil in ihr die zur mittleren Sehrichtung scheinbar normalen Linien liegen. Sie fällt Augen, welche keine Abweichung des scheinbar vertikalen Meridians haben, für Linien, durch den Fixationspunkt gehen, mit der Horopterfläche zusammen.

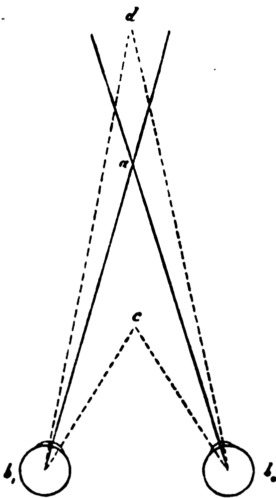
Das binokulare Doppeltsehen.

Von der Ungleichheit der Anordnung der Objecte in unseren beiden Getsfeldern können wir uns schon bei jedem Blick durch das Fenster übergen. Schliessen wir, ohne die Stellung des Kopfes zu verändern, abwechnd das eine und das andere Auge, so bemerken wir, dass z. B. neben m Fensterkreuz sich dem rechten Auge die Aussicht noch etwas weiter nach ks hin ausdehnt als dem linken. In dem Gesichtsfeld des rechten Auges nzen an das Fensterkreuz andere Objecte an als in dem des linken. Durchstern wir also unser binokulares Gesichtsfeld genau, so bemerken wir, dass Fensterkreuz darin zweimal vorkommt, an die vor dem Fenster sichtbaren genstände in doppelter Weise angrenzend, man sieht das Fensterkreuz also ppelt. Diese Beobachtung, dass bei der Fixation ferner Objecte ein daschen stehender naher Gegenstand doppelt, an zwei verschiedenen Stellen gemeinsamen Gesichtsfeldes, erscheint, gelingt leicht, wenn man einen ger senkrecht nahe vor die Augen hält. Fixirt man dann entferntere Gegennde, so erscheint der näher gelegene Finger doppelt. Benutzt man als zweites eres Fixationsobject wieder einen Finger der anderen Hand, so kann man iebig bald den näheren, bald den entfernteren Finger doppelt oder einfach en, je nachdem man mit der Fixation der Finger abwechselt. Zu der Wahrmung der Doppelbilder gehört übrigens schon einige Uebung im indirecten en, da im Allgemeinen die Doppelbilder der Natur der Sache nach weniger tlich erscheinen müssen als die einfachen.

Fixiren die beiden Augen b_1 und b_0 den Punkt a, so erscheint er einfach. Der den Augen ere Punkt c liegt für das Auge b_1 rechts, für das Auge b_0 links von der Gesichtslinie, im ichtsfelde liegt c also für b_1 rechts, für b_0 links von a, im gemeinsamen Gesichtsfelde

kommt es also sowohl rechts als links von *a* vor, erscheint also doppelt, und zwar nach der gebräuchlichen Bezeichnung in ungleichnamigen Doppelbildern, d. h. das scheinbar rechts liegende Bild von *a* gehört dem linken, das scheinbar links liegende dem rechten Auge an. Ein Punkt, der entfernter als der Fixationspunkt liegt, erscheint dagegen in gleichnamigen Doppelbildern, d. h. das rechtsliegende Doppelbild gehört dem rechten, das linksliegende dem linken Auge an.

Fig. 227.



Ein Punkt erscheint auch in Doppelbildern, wenn seine Bilder in den Gesichtsfeldern beider Augen zwar gleichen Abstand von dem fixirten Punkte, aber hinreichend verschiedene Richtung haben, dass der Richtungsunterschied deutlich bemerkbar wird. Der Punkt *c* wird also doppelt gesehen, wenn er z. B. höher oder tiefer und gleichzeitig dem Auge etwas näher liegt als der fixirte Punkt *a*.

Im Allgemeinen erscheinen alle diejenigen Objecte doppelt, deren scheinbare Lage im Gesichtsfelde in Beziehung auf den Fixationspunkt hinreichend verschieden erscheint, dass ihre Verschiedenheit dem Augenmaasse auffällig wird. Objecte, welche im Gesichtsfelde scheinbar gleiche Lage gegen den Fixationspunkt haben, werden dagegen einfach gesehen (Helmholtz).

Diejenigen Punkte, welche in beiden Sehfeldern scheinbar gleiche Lage zum Fixationspunkt haben, deren Bilder im gemeinsamen Gesichtsfeld sich also decken, so dass sie nur einfach gesehen werden, werden nach Helmholtz als Deckpunkte oder correspondirende Punkte bezeichnet, mit einem älteren Ausdruck als **identische Punkte**. Die sich nicht deckenden Punkte nennt man disparate Punkte. Da das Sehfeld jedes Auges seine nach aussen projicirte Netzhaut ist, da jedem Punkte in jedem Sehfelde ein Punkt der Netzhaut entspricht, so kann man sich auch der Benennung Deckpunkte, correspondirende oder identische Punkte der beiden Netzhäute bedienen.

Die Fixationspunkte der beiden Sehfelder normaler Augen sind correspondirende Punkte. Dem Fixationspunkt im Sehfeld entspricht die Mitte der Fovea centralis der Netzhaut. Die Mittelpunkte der Fovea centralis sind also identische Netzhautpunkte. Ein Objectpunkt, welcher sich gleichzeitig auf den beiden Centren der Netzhautgruben abbildet, wird einfach gesehen. Dieser Satz erleidet nur bei gewissen Fällen des Schielens eine Ausnahme. Johannes Müller definirte die Lage der übrigen identischen Netzhautpunkte nach der der Hauptsache nach richtigen Regel, dass sie von der Mitte der Netzhäute in gleicher Richtung gleichweit ablägen.

Gehen wir auf die Verhältnisse im Einzelnen ein, so ergibt sich vor Allem, nach den Versuchen von Volkmann, dass die Netzhauthorizonte beider Augen einander correspondiren. Es sind das diejenigen Meridiane beider Augen, welche bei paralleler Richtung derselben in der Primärstellung mit der Visirebene zusammenfallen *). Auch die zu den Netz-

*) Bei kurzsichtigen Augen trifft diese Definition jedoch nicht vollkommen ein, nach den

[Netzha]uthorizonten scheinbar vertikalen Meridiane decken sich. Sie stehen auf jenen in [Wa]hrheit nicht vollkommen senkrecht, im emmetropischen Auge divergiren sie etwas nach [obe]n und konvergiren nach unten. In diesen scheinbar vertikalen Decklinien sind die Punkte [ide]ntisch, welche gleichweit von den Netzhauthorizonten abliegen. In den Netzhauthorizonten [selb]st sind entsprechend die Punkte identisch, welche gleichweit vom Fixationspunkt ab-[ste]hen. Schliesslich sind alle diejenigen Punkte beider Sehfelder identisch, welche gleiche [und] gleichgerichtete Abstände von den genannten scheinbar horizontalen und vertikalen [ide]ntischen Linien haben.

Als Erklärung der Identität der Netzhautpunkte wurden zwei verschiedene [Me]inungen laut. Einerseits nimmt man an, dass die zu den identischen Punkten gehörigen [Fas]ern des Sehnerven im Gehirne selbst oder noch vor ihrem Eintritt in dasselbe, nämlich im [Ch]iasma nervorum opticorum, in der Weise anatomisch in Verbindung gebracht [sei]en, dass ihre Erregung nur einen einzigen Eindruck zum Bewusstsein bringen könne. In [der] Sehnervenkreuzung geht, nach der bisher geltenden Lehre, die Hälfte der Fasern jedes [Tra]ctus opticus einerseits auf den Sehnerven der andern Seite über, und diese Fasern sind in [de]n Netzhäuten selbst so vertheilt, dass die ursprünglich einem Tractus opticus zugehörigen [Fas]ern die identischen Hälften der beiden Netzhäute versorgen. Nach dem eben Gesagten ist [die] rechte Hälfte der einen Netzhaut identisch mit der rechten Hälfte der anderen, ebenso [kor]respondiren die beiden linken Netzhauthälften. Es sind Fälle beschrieben von sogenannter [»gle]ichnamiger Hemiopie«, bei welcher in beiden Augen gleichnamige, also identische Netz-[hau]thälften das Sehvermögen verloren haben, während die beiden anderen Hälften noch [fun]ctioniren. Man hat solche Fälle für die Anschauung der anatomischen Verknüpfung der [ide]ntischen Punkte zu verwerthen gesucht unter der Annahme, dass in solchen Fällen der [ent]sprechende Tractus opticus irgendwie leistungsunfähig geworden ist. Eine Anzahl neuerer [For]scher: Brown-Séquard, Mandelstamm, Michel, behaupten nun dagegen eine totale Kreuzung [im] Chiasma des Menschen. Brown-Séquard suchte diese Thatsache auf experimentellem [We]ge, die beiden letztgenannten auf diesem und durch anatomische Untersuchung zu stützen. [Gu]dden und M. Reich sprechen sich dagegen mit aller Entschiedenheit für unvollständige [Ver]einigung beim Hunde und Menschen aus auf Grund experimenteller und anatomischer, [wie] es scheint, unanfechtbarer Untersuchungen.

Die andere, neuerdings namentlich von Helmholtz gestützte Ansicht sieht in der Verknü[pfu]ng zweier Netzhautreizungen zu einem Erfolg in unserem Bewusstsein nichts Angeborenes, [son]dern etwas Erlerntes. Schon mehrfach sahen wir, dass wir die Sinnesempfindungen [nur] als Zeichen ansehen dürften, deren Deutung etwa wie die der Schriftzeichen erlernt wer-[den] muss. Fast alle äusseren Dinge erregen gleichzeitig eine Anzahl verschiedener Nerven-[fase]rn unseres Körpers, so dass alle uns ohne weitere Analyse einfach erscheinenden Sinnes-[em]pfindungen aus einer grösseren oder kleineren Anzahl von Sinneseindrücken zusammen-[ges]etzt sind, welche wir in unserem Bewusstsein erst so verknüpfen, dass wir sie auf ein [ein]ziges Subject beziehen. Wir hören einen Ton mit zwei Ohren, wir riechen denselben Ge-[ruc]h mit zwei Nasenlöchern, wir fühlen einen Gegenstand einfach, wenn wir ihn in der Hand [halt]en, obwohl hierbei Gruppen anatomisch getrennter Nervenfasern erregt werden. Es hängt [also] im Allgemeinen vielleicht ausschliesslich von der Erziehung des Sinnesorganes, von der [Erf]ahrung ab, ob wir eine häufig wiederkehrende Gruppe von Empfindungen als das sinn-[lich]e Zeichen eines oder mehrerer Objecte deuten. Auf den Fixationspunkten, auf den übrigen [ide]ntischen Linien und Punkten werden beim normalen Gebrauch der Augen immer Bilder [der]selben Objecte dargestellt, von deren Einheit wir uns durch den Tastsinn jeden Augen-[blic]k überzeugen und unser Bewusstsein dahin erziehen können.

Bilden sich auf identischen Netzhautpunkten verschiedene Gegenstände ab, so erscheinen

---

[Beo]bachtungen Volkmann's liegt bei diesen die äussere Seite jedes Netzhauthorizontes etwas [steil]er als die innere.

sogleich Doppelbilder, wie z. B. wenn wir durch seitlichen Druck das eine Auge verlagern, oder wenn durch Augenmuskellähmung das gleichzeitige Fixiren eines Gegenstandes nicht mehr möglich ist, wie beim Schielen. Es sind aber auch Fälle beschrieben an schielenden Augen mit meist ziemlich gleicher Sehschärfe, bei denen die Fixationspunkte nicht mehr identisch waren. Es correspondirte dem Centrum der Netzhautgrube des einen eine mehr nach innen oder aussen gelegene Stelle der Netzhaut des anderen Auges. Solche Schielende sehen einfach trotz der Stellungsverschiedenheit ihrer Augen. Doch ist dieser Grund des Einfachsehens Schielender viel seltener als der, welcher besonders bei verschiedener Sehschärfe der beiden Augen vorkommt, dass nämlich das Netzhautbild des einen Auges (meist des schwächeren) gegen das des anderen vernachlässigt wird, ähnlich als hätte man durch eine monokulare Brille (Zwicker) nur eines der kurzsichtigen Augen fernsehend gemacht, wobei das Bild des anderen sofort übersehen wird. In dem Falle, dass sich ein neues Identitätsverhältniss der schielenden Augen gebildet hat, wird der früher Schielende nach einer gelungenen Schieloperation nun wenigstens im Anfang Doppelbilder sehen. Nach einiger Zeit soll sich durch Gewöhnung wieder das normale Identitätsverhältniss herstellen. Wie sehr diese Erfahrungen an Schielenden für die zweite Ansicht über die Ursache der Identität sprechen, leuchtet ohne weitere Auseinandersetzung ein.

Horopter.

Unsere Betrachtung beschäftigte sich bisher mit der Lage der identischen Punkte in den beiden Sehfeldern, resp. Netzhäuten. Wir haben noch die Lage derjenigen Punkte des äusseren Raumes selbst zu bestimmen, welche sich auf identischen Punkten der Netzhäute abbilden und daher einfach gesehen werden, die Gesammtheit dieser Punkte des Raumes wird als Horopter bezeichnet. Die Bezeichnung scheint zuerst von Aguilonius gebraucht worden zu sein. Nach seiner Theorie sollten die Gesichtsbilder immer auf eine gewisse durch den Fixationspunkt gehende Ebene, den Horopter, projicirt werden. Die Gesichtsbilder sollten einfach oder doppelt erscheinen, je nachdem ihre Projection einfach oder doppelt sei. Als man die Lage der identischen Punkte näher erkannt hatte, konnte man den Horopter im Allgemeinen nicht mehr für eine Ebene halten. J. Müller lehrte, dass sein Durchschnitt mit der Visirlinie ein durch den Fixationspunkt und die beiden Augen gehender Kreis sei (Müller's Horopterkreis). Nach Hering's Beweis ist der Horopter im Allgemeinen eine Linie. Durch die Arbeiten von Helmholtz und Hering, an welche sich die von Hankel u. A. anschliessen, wurde das rein mathematische Problem des Horopters gelöst.

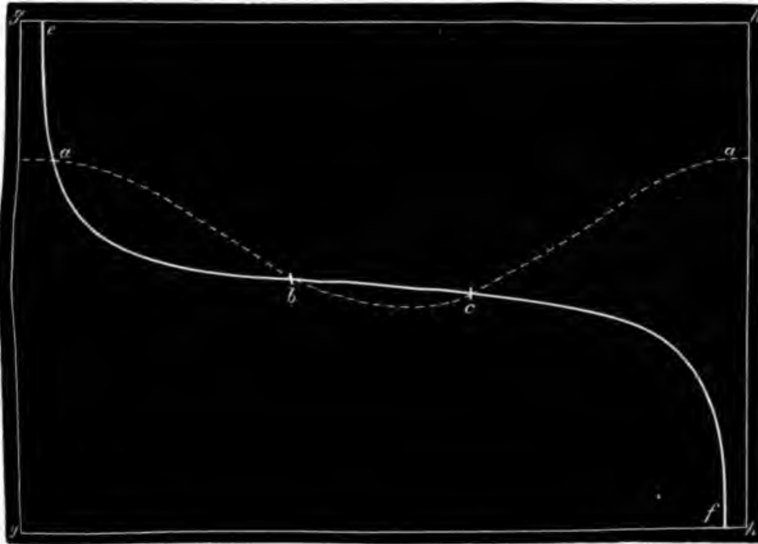
Für die Primärstellung der Augen und für den Fall, dass der als Ausgangspunkt gewählte Fixationspunkt in der Medianebene des Kopfes liegt, ist die Construction des Horopters eine sehr einfache. Legt man dann durch den Fixationspunkt und durch die beiden Drehpunkte der Augen einen Kreis und denkt sich nun den Fixationspunkt auf eine andere Stelle der Peripherie dieses Kreises verlegt, so müssen wir beide Augen um eine gleiche Winkelgrösse nach der betreffenden Seite dem neuen Fixationspunkt zuwenden, er wird daher beiden Augen um gleichviel zur Seite von dem primären einfach gesehenen Fixationspunkt gerückt und daher auch einfach erscheinen. Dieser Beweis kann für jeden beliebigen Punkt desselben Kreises ebenso geführt werden, stets sind nämlich die Winkel, um welche die Hauptrichtungslinien von dem alten bis zu dem neuen Fixationspunkt gedreht werden (als Peripheriewinkel auf demselben Bogen) einander gleich. Alle Punkte dieses Kreises (des Müller'schen Horopterkreises), werden sonach einfach gesehen. Errichten wir auf dem Fixationspunkt eine senkrechte Linie auf die Peripherie des Kreises, so müssen, um einen beliebigen Punkt dieser Linie zu fixiren, die beiden Augen dieselbe Bewegung nach auf- oder abwärts machen, er wird daher für beide Augen in der gleichen Entfernung von dem primären Fixationspunkt, also einfach erscheinen. Alle Punkte dieser Linie müssen sonach ebenfalls

ch gesehen werden. In diesem Falle ist somit der Horopter ein Kreis und eine dessen pherie senkrecht schneidende Gerade.

Nach Helmholtz' Definition ist der Horopter im Allgemeinen eine ve doppelter Krümmung, welche als die Schnittlinie zweier Flächen zweiten les (Hyperboloide mit einer Mantelfläche, Kegel oder Cylinder) angesehen werden kann. Schnittlinie zweier Flächen zweiten Grades ist im Allgemeinen vom vierten Grade, d. h. i von einer Ebene in je 4 Punkten geschnitten werden. In dem uns vorliegenden Falle n aber die beiden schneidenden Flächen eine gerade Linie gemein, welche nicht Horopter ınd der Rest der Schnittlinie ist eine Curve dritten Grades, d. h. eine solche, welche von r beliebigen Ebene nur in drei Punkten geschnitten werden kann. Diese Curve hat die erkenswerthe Eigenschaft, dass, wenn man durch einen festen Punkt derselben einerseits, durch alle anderen Punkte der Curve andererseits gerade Linien legt, diese Linien einen l zweiten Grades bilden. Wählt man als Spitze des Kegels einen unendlich entfernten kt der Curve (dieselbe läuft nämlich mit mindestens zwei Aesten in das Unendliche hin-, so wird der Kegel ein Cylinder, dessen Basis eine Curve zweiten Grades ist.

Um eine Anschauung von der Gestalt einer solchen Curve dritten Grades zu erhalten, ken wir uns dieselbe, nach Helmholtz, auf eine Cylinderfläche gezeichnet und diese auf

Fig. 228.



Ebene abgerollt. Die ausgezogene Curve $eabcf$ stellt dann ihre Form dar. Die punktirte re sei die Schnittlinie der Visirebene mit dem Cylinder, sie schneidet die Curve dritten les in drei Punkten a, b, c; letztere läuft an zwei Stellen e und f in das Unendliche aus, n sie sich assymptomisch der geraden Linie gg oder der mit dieser identischen hh nähert. sich die körperlichen Verhältnisse anschaulich zu machen, rollt man das Papier mit den n Curven zu einem entsprechenden Cylinder wieder zusammen. Betrachten wir die e dritten Grades als Horoptercurve, so geht sie durch den Mittelpunkt der Visirlinie in n Augen. In der nachstehenden Figur sind b und c die Orte der beiden Augen, a der ionspunkt; das Stück bc fällt als im Innern des Kopfes liegend weg, da es dem gewöhn-n Sprachgebrauch nach also nicht zum eigentlichen Horopter gehört. Der eigentliche pter besteht danach aus zwei vollkommen getrennten Zweigen eb und fc. Die Curve in Gesammtheit, wie sie bei der mathematischen Behandlung betrachtet zu werden pflegt,

wird als Horoptercurve von denjenigen Theilen derselben unterschieden, welche wirklich einfach gesehen werden können, und für die ausschliesslich der Name Horopter oder Punkthoropter gebraucht wird.

Wenn die beiden Netzhauthorizonte gleiche, aber nach entgegengesetzten Seiten gekehrte Winkel mit der Visirebene bilden, während der Fixationspunkt in endlicher Entfernung liegt, fällt die Horoptercurve mit ihrer geraden Assymptotenlinie gg und der zu einer ebenen Curve zweiten Grades zusammengelegten Linie aa zusammen. Die beiden getrennten Zweige der Horoptercurve stossen dann in diesem Schnittpunkte zusammen. Die Grundbedingung dazu ist erfüllt, wenn der Fixationspunkt entweder in der Medianebene des Kopfs oder in der Primärlage der Visirebene liegt. Im ersten Fall liegt der Fixationspunkt auf der geraden Horopterlinie, im zweiten auf dem Kegelschnitt, der unter diesen Bedingungen ein Kreis wird: Müller's Horopterkreis. Liegt der Fixationspunkt sowohl in der Medianebene des Kopfs als auch in der Primärlage der Visirebene, so schneiden sich in ihm die gerade Horopterlinie und der Kreis.

Liegt sowohl der Fixationspunkt in der Medianebene, aber in unendlicher Entfernung und, wie gewöhnlich bei emmetropischen Augen, die Netzhauthorizonte in der Visirebene, so ist für diesen einzigen Fall der Horopter eine Fläche, und zwar eine Ebene, die für emmetropische Augen nahezu mit der Fussbodenebene des stehenden Beobachters zusammenfällt, bei Kurzsichtigen dagegen meist in grösserer Entfernung liegt. Es leuchtet sogleich ein, wie wichtig dieses Verhältniss ist; wir bekommen dadurch eine genaue Anschauung des Bodens, auf dem wir gehen, im indirecten Sehen, wenn wir, wie gewöhnlich unter Betrachtung eines entfernt vor uns liegenden Gegenstandes vorwärts schreiten.

Sollen nicht, wie bei den bisherigen Betrachtungen angenommen wurde, Punkte, sondern Linien einfach gesehen werden, so genügt es, das die Linien beider Netzhäute, auf denen ihr Bild erscheint, identisch seien, ohne dass gerade Punkt für Punkt der Bilder correspondiren müsste. Ist ein zweites Bild dieser Linie in der Richtung der Linie selbst verschoben, so kann es sich, wie directe Anschauung ergibt, mit dem ersten doch noch in ganzer Länge decken, es wird das besonders bei geraden Linien der Fall sein können. Die Fläche, in welcher gerade Linien von bestimmter Richtung gelegen sein müssen, um in dieser Weise auf identischen Netzhautlinien sich abzubilden, heisst ein Linienhoropter. Man bezeichnet ihn als Vertikalhoropter für die Linien, welche in den beiden Sehfeldern senkrecht zu den beiden Netzhauthorizonten zu stehen scheinen, als Horizontalhoropter für die, welche zu den Netzhauthorizonten parallel erscheinen. Für Linien, deren Bilder in den Sehfeldern parallel liegen, ist ein solcher Linienhoropter im Allgemeinen ein Hyperboloid mit einer Mantelfläche, welches in besonderen Fällen in einen Cylinder oder Kegel übergehen kann. Für gerade Linien, die sich in einem Punkte der Horoptercurve schneiden, ist der Linienhoropter ein Kegel zweiten Grades, welcher den gemeinsamen Schnittpunkt mit den anderen Punkten der Horoptercurve verbindet. Ueberhaupt erscheint jede gerade Linie, welche durch zwei Punkte der Horoptercurve geht, einfach. (Das Nähere ist bei Hering und bei Helmholtz, Phys. Optik, nachzusehen).

Vernachlässigung der Doppelbilder. — Es braucht nach der bisherigen Darstellung der Verhältnisse der Gesichtswahrnehmungen keine Auseinandersetzung mehr, warum wir bei dem gewöhnlichen Sehen von den Doppelbildern der Objecte, welche ihre Bilder nicht auf identische Netzhautstellen entwerfen, nichts bemerken. Fixiren wir einen Gegenstand mit beiden Augen, so erscheint er einfach und deutlich, und die ferner oder näher liegenden Gegenstände, welche im indirecten Sehen doppelt erscheinen, bleiben unbeachtet. Und wir vernachlässigen die immer auch viel undeutlicheren Doppelbilder nicht im Horopter gelegener Objecte um so leichter, da wir durch anderweitige Erfahrungen unserer Sinne, vor Allem durch den Tastsinn, von der Einfachheit derselben eine tausendfältige Erfahrung besitzen. Die Doppelbilder sind uns die sinnlichen Zeichen nicht im Horopter gelegener einfacher Objecte. Um die Doppelbilder zu sehen, müssen wir künstlich von

wahrgenommenen Objecten selbst abstrahiren und auf unsere Gesichtseindrücke als he achten. Daher erklärt es sich, dass wir die Doppelbilder erst nach einer gewissen ung erkennen lernen, und dass ihr Auffinden auch für solche dauernd misslingen kann, sonst in physischen Beobachtungen nicht ungeübt sind.

Die Schutzorgane des Auges.

Ueber die Anatomie der Schutzorgane des Auges vergleiche man die anatochen Handbücher.

Die Augenlider werden durch die vom Facialis angeregte Contractilität des M. orbiris palpebrarum geschlossen. Bei dem oberen hilft beim Schliessen die Schwere mit, che die Oeffnung des untern vorzüglich besorgt. Das obere wird durch den vom N. ocuotorius innervirten M. levator palpebrae superioris geöffnet. An der Oeffnung beider er betheiligen sich aus organischen Muskelfasern bestehende, vom Sympathicus abgige Retraktoren (H. Müller u. A.). Der Lidschluss erfolgt willkürlich und unwillkürim Schlaf, und als Reflex bei Berührung des Augapfels, der Wimperansätze und durch nsive Lichtreizung der Retina.

Die Thränenflüssigkeit benetzt fortwährend die vordere Augenfläche. Der Weg Thränenflüssigkeit vom oberen äusseren Augenmuskel in der kapillaren Spalte des Contivalsacks zum Thränensee im inneren Augenwinkel, und von da durch die Thränenpunkte ie steifen, kapillaren Thränenröhrchen, den Thränencanal und die Nasenhöhle, ist aus beschreibenden Anatomie genügend bekannt. Der Lidschlag befördert den Abfluss der inen in die Nase. Beim Lidschluss spannt sich nämlich das Lig. palpebrale internum an erweitert den Thränencanal, der nun die Thränenflüssigkeit aktiv ansaugt; analog wirkt der Horner'sche Muskel auf den Thränencanal. Das Ueberfliessen der Thränenflüssigkeit den freien Lidrand wird bei normaler Sekretionsgrösse verhindert durch das fettige et der Meibom'schen Drüsen. Die Thränendrüsen sind nach dem Typus der benförmigen Drüsen gebaut (F. Boll). Das Sekret, die Thränenflüssigkeit, ist klar, los, schwach alkalisch, von salzigem Geschmack. Es führt als anorganischen Bestand- vorwiegend Kochsalz, es soll auch geringe Mengen von Schleim und einen Eiweisskörper alten. Die Thränenflüssigkeit wird beständig in geringen Mengen secernirt. Durch psyche Alterationen verschiedener Art, sowie reflectorisch und durch directen Nervenreiz die Absonderung bedeutend gesteigert werden. Nach Czermak durch Reizung der Triinuswurzeln, nach Herzenstein durch Reizung des Ramus lacrimalis trigei und (bei Hunden) des Ramus subcutaneus malae trigemini direct; reflecto-, so lange der Nervus lacrimalis intact ist, durch Lichtreize der Retina und durch ung der sensiblen Zweige des ersten und zweiten Astes des Trigeminus der entsprechen- Seite, vorzüglich wirksam ist Reizung der Conjunctiva und der Nasenschleimhaut. Nach tschenko kann man durch Reizung eines jeden aus dem Gehirn entspringenden Gefühlsen die Thränenabsonderung reflectorisch anregen. Die Menge des zur Drüse strömenden es scheint nicht ohne Einfluss auf die Menge der abgesonderten Thränen. Reizung und chschneidung des Halssympathicus vermehren aber beide die Thränenabsonderung. h Durchschneidung des Lacrimalis tritt paralytische Sekretion der Drüse auf (Demtschenko, .ferz).

Vierundzwanzigstes Capitel.

Der Gehörsinn.

Allgemeines über die Function des Ohres und die Schallempfindungen.

Die dem Sinnesorgane des Gehörs eigenthümliche Reaktionsweise gegen Nervenreize ist die Schallempfindung. Normal wird sie im Ohre erzeugt durch Erschütterungen elastischer Körper, vor Allem der Luft, deren Schwingungen auf das Gehörorgan übertragen werden. Die Schallempfindung unterscheidet sich (Helmholtz) specifisch von allen Empfindungen der übrigen Sinne, kein anderes Sinnesorgan kann sie hervorrufen. Jede Erregung der nervösen Gehörsinnsubstanz, zu welcher der Nervus acusticus mit seinen Ganglienzellen und den Endapparaten im Labyrinth, den Hörhaaren und Corti'schen Stäbchen, sowie eine bestimmte Partie des Gehirnes, gehört, von welcher der Gehörnerv entspringt, erweckt nur Empfindungen aus dem specifischen Empfindungskreise des Gehörsinnes, Schallempfindungen.

Die normalen äusseren Erregungsmittel des Gehörorganes, die verschiedenen Schallschwingungen, werden zum Zwecke der Erzeugung von Gehörsempfindungen zunächst in verschiedene, bestimmte Bewegungen der Leitungsapparate des Ohrs, namentlich des Trommelfells, der Gehörknöchelchen, des Labyrinthwassers umgewandelt; durch die Wellen des Labyrinthwassers können mechanisch die im Labyrinth verschlossenen akustischen Endapparate der Gehörnerven in Mitschwingungen versetzt, und dadurch direct die zu den Endapparaten in Beziehung stehenden Akustikusfasern und die ihnen entsprechenden Partien des centralen Nervenapparates des Gehörsinns im Gehirne erregt werden. Den tausendfältig verschiedenen Tonempfindungen scheint eine gleiche Anzahl specifischer Empfindungsorgane im Labyrinthe zu entsprechen. Die von Max Schultze aufgefundenen, in der ganzen Thierwelt verbreiteten elastischen Hörhaare sind, wie Hensen experimentell gezeigt hat, ausserordentlich geeignet um durch Wellenbewegungen, welche ihren eigenen Schwingungsperioden entsprechen, zu Mitschwingungen veranlasst zu werden. Im Labyrinthe des Menschen und der Säugethiere entdeckte Corti das wundervolle musikalische Instrument mit Tausenden verschieden gespannten musikalischen Saiten (? oder verschiedenen elastischen Stäbchen), welche einzeln ihren verschiedenen Elasticitätsverhältnissen entsprechend durch verschiedene Wellenbewegungen des Labyrinthwassers in Mitschwingungen versetzt werden und diese Bewegung

Reiz auf die mit ihnen verknüpften Nervenfasern übertragen können (Helm-tz). Jede musikalische Schallbewegung versetzt diejenigen der verschieden timmten mikroskopischen Apparate, die ihrer eigenen Tonhöhe entsprechen, in chstimmige Schwingungen, so dass der mit einer solchen Saite verknüpfte il der nervösen Gehörsinnsubstanz immer nur durch eine specifische Gehörspfindung erregt wird.

Die Hauptverschiedenheit, welche unser Ohr zwischen den verschiedenen allempfindungen entdeckt, ist der Unterschied zwischen Geräuschen und sikalischen Klängen. Die Empfindung eines Klanges wird durch nelle periodische Bewegung eines tönenden Körpers hervorgerufen, die pfindung eines Geräusches durch nicht periodische Bewegungen. Sausen, Heulen und Zischen des Windes, das Plätschern des Wassers, das len und Rasseln des Wagens sind Beispiele für die nicht periodischen Bewegen der Geräusche, die Klänge der musikalischen Instrumente sind dagegen iodische Bewegungen. In mannigfach wechselndem Verhältniss können Klänge l Geräusche sich mischen und in einander übergehen. Nach Helmholtz scheiı verschiedene Endapparate der Wahrnehmung von Klängen und Geräuen zu dienen.

Die verschiedenen periodischen Wellenbewegungen der Klänge der akustin Instrumente und des menschlichen Kehlkopfes (S. 685) können mathematisch eine Summe einzelner einfacher Töne, d. h. pendelartiger Tonschwingungen efasst werden. Auch unser Ohr zerlegt die Klänge in ihre Theiltöne undton und harmonische Obertöne). Die specifisch verschiedene ngfarbe der Klänge der musikalischen Instrumente beruht, wie uns Helmrz lehrte, dessen akustischen Untersuchungen wir uns im Folgenden hauptlich anschliessen, auf konstanten Verschiedenheiten in der Zusammensetzung Theiltönen und in der relativen und absoluten Stärke derselben. Wir unteriden noch weiter Tonhöhe und Stärke der Klänge. Die letztere wächst nimmt ab mit der Breite (Amplitudo) der Schwingungen des tönenden Körs. Mechanisch ist die Stärke der Schwingungen durch das Quadrat der grössten chwindigkeit zu messen, welche die schwingenden Theilchen erreichen. Phygisch gilt diese Beziehung, wie wir unten sehen werden, nicht ganz genau, las Gehörorgan verschiedene und zwar wechselnde Empfindlichkeit für Töne schiedener Höhe besitzt.

Die Tonhöhe hängt nur ab von der Schwingungsdauer oder, was nämliche sagt, von der Schwingungszahl. Unter der letzteren verstehen die Anzahl der Schwingungen, welche der tönende Körper in der Secunde ührt. Die Schwingungsdauer finden wir, wenn wir die Secunde mit der wingungszahl dividiren e. v. v. Die Klänge und Töne sind um so höher, je ser ihre Schwingungszahl oder je kleiner ihre Schwingungsdauer ist. Die ikalisch gut verwendbaren Töne mit deutlich wahrnehmbarer Tonhöhe liegen chen 40—4000 Schwingungen, sie umfassen also 7 Oktaven; die überhaupt rnehmbaren liegen zwischen 16—38000, also im Bereiche von etwa 11 Okn.

Im Allgemeinen setzen wir hier und in der Folge die Ergebnisse der physikalischen Akuals bekannt voraus.

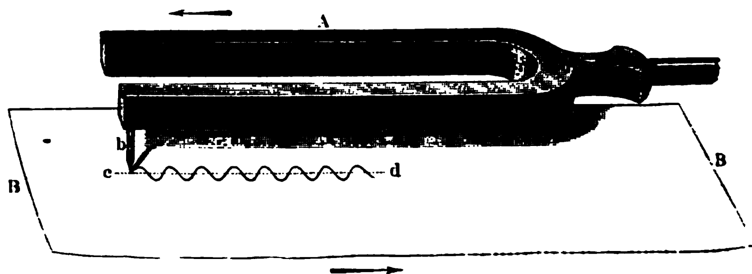
Tonhöhe. — Nach der von der Naturforscherversammlung 1834 genehmigten Bestim-

mung Scheibler's, an die wir uns anschliessen, macht das eingestrichene *A* in der Sec 440 Schwingungen, nach der neuen Pariser Stimmung dagegen in deutscher Zählweis 437,5; da die französischen Physiker den Hin- und Hergang eines schwingenden Kö jeden einzeln eine Schwingung nennen, so rechnen sie für dieselbe Note die doppelte Scl gungszahl 875. Auf grösseren Orgeln hat man als tiefsten Ton, nach der Berechnun Helmholtz, C_{II} mit 16,5 Schwingungen; der musikalische Charakter der tiefsten Töne E_I ist aber schon unvollkommen, sie stehen an der Grenze, an welcher die Fähigke Ohres aufhört, die Schwingungen zu einem Ton zu verbinden. E_I des Contrabasses i tiefste Ton der Orchesterinstrumente mit 41,25 Schwingungen, die neueren Klaviere und neren Orgeln gehen bis C_I mit 33 Schwingungen, neuere Flügel haben hier und da no mit 27,5 Schwingungen. Die Pianofortes gehen in der Höhe bis a^{IV} mit 3520 oder 4224 Schwingungen, als höchsten Ton des Orchesters nimmt Helmholtz das 5gestrichene der Piccoloflöte an mit 4752 Schwingungen. Indem Despretz kleine Stimmgabeln mit Violinbogen strich, erreichte er noch das 8gestrichene *d* mit 38016 Schwingungen. Diese l Töne waren schmerzhaft unangenehm, und die Unterscheidung war auch an dieser o Grenze der Tonempfindung nur unvollkommen (Helmholtz).

Klangfarbe. — Als dritten wesentlichen Unterschied zwischen den verschie Klängen haben wir die Klangfarbe genannt, die zunächst von dem musikalischen In mente bedingt erscheint, welches den Klang erzeugt. Dieselbe Note, von den verschied Instrumenten angegeben, zeigt bekanntlich trotz gleicher Stärke und gleicher Tonhöh jedem Instrumente gewisse charakteristische, gleichbleibende Eigenschaften, so dass wi der grössten Leichtigkeit die Klänge des Klaviers, der Violine, der Flöte, der Mensc stimme etc. von einander unterscheiden können. Von der Weite der Schwingung, welch Stärke, oder von der Dauer der Schwingung, welche der Tonhöhe entspricht, kann die Kl farbe nicht bedingt sein, sie kann also nur noch abhängen von der verschiedenen Art Weise, wie die Bewegung innerhalb jeder einzelnen Schwingungsperiode vor sich geht.

Zur Definition des Klanges gehört nur, dass seine Bewegung eine periodi sei; die Art, wie die Bewegung innerhalb der Perioden vor sich geht, kann unendliche M nigfaltigkeit zeigen. Helmholtz wählt zur Veranschaulichung dieser Unterschiede zun zwei Beispiele. Setzen wir ein Pendel in Bewegung, so sehen wir dasselbe von rechts links in gleichmässiger, nirgends stossweise unterbrochener Bewegung schwanken; nahe beiden Enden seiner Bahn bewegt es sich langsam, in der Mitte schnell. In derselben W nach demselben Gesetz, nur sehr viel rascher, bewegen sich die Zinken einer austöne Stimmgabel hin und her. Ein Hammer, der von einer Wassermühle bewegt wird, gib

Fig. 229.



anderes Beispiel periodischer Bewegung. Langsam wird er von dem Mühlwerk gehoben, fällt er, losgelassen, plötzlich herab, um von neuem langsam anzusteigen. Die Bewegun zwar eine periodische, aber von der des Pendels verschieden. Die Bewegung einer gestri nen Violinsaite entspricht dem letzteren Falle ziemlich genau. Die Saite haftet eine Zeit

ı Bogen fest, wird von diesem mitgenommen, bis sie sich plötzlich wie der Hammer in der ihle losreisst und nun wie dieser mit viel grösserer Geschwindigkeit, als mit der sie angegen wird, ein Stück zurückspringt, um dann von neuem durch den Bogen gefasst zu werden. ese Verschiedenheiten der periodischen Bewegung kann man, wie aus der physikalischen ustik erinnerlich ist, graphisch als Wellenzüge darstellen, indem man z. B. an eine Stimmbel einen Stift befestigt, und diesen, während sie tönt, mit gleichbleibender Geschwindigkeit er eine berusste Glasplatte hinzieht (Fig. 229). Die gezeichneten Wellenlinien, die Curven, len bei den gewählten Beispielen, die wir unendlich hätten häufen können, auch wenn die rioden bei allen gleich sind, verschieden aus, man bezeichnet diese Verschiedenheit als hwingungsform eines tönenden Körpers. Die Physiker lehrten, dass von dieser Schwingungsform die Klangfarbe abhänge. Helmholtz zeigte, in welcher Weise dieser Satz gültig ist.

Wenn wir die Wirkungen verschiedener Wellenformen, z. B. die der Violinsaite, auf iser Gehörorgan aufmerksam beobachten, so hören wir bei gehörig gerichteter Aufmerkmkeit nicht nur den Ton, dessen Tonhöhe durch die Dauer der Schwingung, wie oben aus nander gesetzt ist, bestimmt wird, und den wir als Grundton bezeichnen, sondern eine inze Reihe höherer Töne, welche die harmonischen Obertöne des Klanges genannt erden. Der Grundton ist der tiefste und meist auch der stärkste unter all diesen Tönen, ich seiner Tonhöhe beurtheilen wir die Tonhöhe des ganzen Klanges. Die Reihe dieser Oberne ist für alle musikalischen Klänge konstant, es tritt auf: 1) die höhere Oktave des Grundis, welche die doppelte Anzahl von Schwingungen macht, also c', wenn der Grundton c ist; die Quinte dieser Oktave g' mit dreimal; 3) die zweite höhere Oktave c'' mit viermal; lie grosse Terz dieser Oktave e'' mit fünfmal; 5) die Quinte dieser Oktave g'' mit sechsmal viel Schwingungen wie der Grundton. Daran reihen sich, immer schwächer und schwächer rdend, die Töne, welche 7, 8, 9mal u. s. w. so viele Schwingungen machen als der indton.

Nach Helmholtz bezeichnen wir die Gesammtempfindung, welche eine periodische Luftchütterung im Ohre hervorruft, wie oben angegeben, als Klang. In dem Klang sind nach n Ebengesagten eine Reihe verschiedenartiger Töne enthalten, welche als Theiltöne oder rtialtöne des Klanges bezeichnet werden, der erste dieser Theiltöne ist der Grundton, übrigen seine harmonischen Obertöne.

G. S. Ohm hat den Satz zuerst ausgesprochen, dass es eine einzige akustische Schwingungsn gibt, die nur aus dem Grundton ohne alle harmonischen Obertöne besteht. Es ist das Schwingungsform, die wir bei dem Pendel und der Stimmgabel gefunden haben. Helmtz bezeichnet sie als pendelartige oder einfache Schwingungen und beschränkt solche die Bedeutung des Wortes Ton. Als Klang bezeichnet er den Eindruck einer iodischen, nicht pendelartigen Luftbewegung, deren Schwingung in gewissem Sinn als eine ammengesetzte betrachtet werden kann. Das Ohr selbst nimmt, wie wir sahen, eine Analyse Klänge vor. Ohm hat gezeigt, dass jede Luftbewegung, welche einer zummengesetzten Klangmasse, einem Klang, entspricht, zu zerlegen ist eine Summe einfacher pendelartiger Schwingungen; jeder solchen ıfachen Schwingung entspricht ein Ton, den das Ohr empfindet, d dessen Tonhöhe durch die Schwingungsdauer der entsprechenden ftbewegung bestimmt ist.

Die Form der einfachen, pendelartigen Schwingungen ist immer die gleiche, nur ihre ıplitude und die Dauer ihrer Periode kann wechseln. Durch Combination zweier einfacher, ıdelartiger Schwingungen kann schon die Form der Schwingung sehr mannigfaltig werden, ch mehr bis ins Unendliche, wenn wir eine ganze Anzahl von einfachen Schwingungen zu ıer einzigen periodischen Bewegung zusammensetzen.

In welcher Weise solche Zusammensetzungen einfacher Wellenzüge zu complicirteren ıttfinden, können wir uns leicht an den Wellen auf der Oberfläche eines Wasserspiegels ranschaulichen. Werfen wir einen Stein in das Wasser, so breitet sich von dem Be-

wegungscentrum die Erschütterung in Form von Wellenringen über die Fläche hin aus zu immer ferneren und ferneren Punkten. Haben wir gleichzeitig zwei (oder mehrere) Steine an verschiedenen Stellen der Wasserfläche hineingeworfen (oder in anderer Weise Wellenzüge erzeugt), so gehen von den verschiedenen Mittelpunkten der Erschütterung Wellenringe aus, die sich vergrössern und einander begegnen. Die Stellen, wo sich die Ringe treffen, werden nun durch beide Erschütterungen **gleichzeitig** in Bewegung gesetzt, trotzdem pflanzen sich aber die einzelnen Wellenzüge gerade ebenso weiter fort, als wenn jeder von ihnen ganz allein auf der Wasserfläche vorhanden wäre. Von einem erhöhten Standpunkte aus können wir die verschiedenen Wellenzüge, welche gleichzeitig auf der Wasseroberfläche vorhanden sind, mit Leichtigkeit mit den Augen verfolgen und analysiren. Ein ganz ähnliches Schauspiel muss man sich vorgehend denken in einem Luftraume, in welchem eine Anzahl von Schallwellen, deren Länge bei den brauchbaren Tönen von 92 Fuss bis 6 Zoll schwankt, gleichzeitig sich fortpflanzt, etwa im Inneren eines Tanzsaales (Helmholtz). Die Musikinstrumente, sprechende Menschen, rauschende Kleider, gleitende Flüsse, klirrende Gläser etc. erregen hier Wellenzüge, welche durch den Luftraum des Saales hinschiessen, an seinen Wänden zurückgeworfen werden, umkehren, dann gegen eine andere Wand treffen, nochmals reflectirt werden und so fort, bis sie erlöschen. Von dem Munde der Männer und den tieferen Musikinstrumenten gehen langgestreckte, 8—12 Fuss lange Wellen aus, von den Lippen der Frauen kürzere, 1—4 Fuss lang, das Rauschen der Kleider bringt ein kleines Wellengekräusel hervor, kurz man kann sich das Durcheinander der verschiedenartigsten Bewegungen nicht verwickelt genug vorstellen. Doch ist von selbst klar, dass an jeder einzelnen Stelle des Luftraums in jedem Augenblicke die Lufttheilchen nur **eine** bestimmte Bewegung mit **einer** bestimmten Geschwindigkeit nach **einer** bestimmten Richtung ausführen können. Bei den Wellen, die sich auf einer Wasseroberfläche begegnen, können wir direct uns anschaulich machen, was in einem solchem Falle geschieht. Werfen wir einen Stein in eine Wasserfläche, über welche schon längere Wellen hinziehen, so werden die Wellenringe in die bewegte, zum Theil gehobene, zum Theil gesenkte Wasserfläche genau ebenso hineingeschnitten, als wäre die Fläche ganz ruhig. Die Berge der Ringe ragen über die schon anderweitig bewegte Fläche um ebenso viel hervor, die Thäler sind um ebenso viel tiefer. Wo ein Berg des grösseren Wellenzuges mit einem Berge des Wellenringes zusammenfällt, ist die Erhebung der Wasserfläche gleich der Summe beider Berghöhen, fällt ein Thal des Wellenringes in ein Thal der grösseren Wellen, so ist die gesammte Einsenkung der Wasserfläche gleich der Summe beider Thäler. Schneidet sich auf der Höhe der grösseren Wellenberge ein Thal des Wellenringes ein, so wird die Höhe dieses Berges verringert um die Tiefe des Thales. »Die Erhebung der Wasserfläche in jedem ihrer Punkte ist in jedem Zeitmoment so gross, wie die Summe derjenigen Erhebungen, welche die einzelnen Wellensysteme, einzeln genommen, an demselben Punkte und zu derselben Zeit hervorgebracht haben würden«. Ganz in demselben Sinne findet eine Superposition der verschiedenen Wellensysteme in der Luft statt, nur dass hier die Ausbreitung der Wellen nach allen Richtungen des Raumes möglich ist und die Wellen selbst in Dichtigkeitsschwankungen der Luft bestehen. Wir haben jedoch für das Ohr, dessen äusserer Gehörgang, mit den Schallwellen verglichen, verhältnissmässig sehr eng ist, nur Bewegungen der Luft, die der Axe des Gehörganges parallel sind, zu berücksichtigen, also nur Verschiebungen der Lufttheilchen in der Richtung von der Mündung des Gehörgangs gegen das Trommelfell. Wenn also mehrere tönende Körper in dem uns umgebenden Luftraume gleichzeitig Schallwellensysteme erregen, so sind sowohl die Veränderungen der Dichtigkeit der Luft, als die Verschiebungen und die Geschwindigkeiten der Lufttheilchen im Innern des Gehörgangs gleich der **Summe** derjenigen entsprechenden Veränderungen, Verschiebungen und Geschwindigkeiten, welche die einzelnen Schallwellenzüge, einzeln genommen, hervorgebracht haben würden. **Wir können also insofern behaupten, dass alle die einzelnen Schwingungen, welche die einzelnen Schallwellenzüge hervorgebracht haben würden, ungestört neben einander und gleichzeitig in unserem Gehörgange bestehen.**

Nach dem oben erwähnten OHM'schen akustischen Gesetze besitzt das Ohr in höchstem se die Fähigkeit, die verschiedenen sich mischenden Wellenzüge von einander zu trennen.

Dieses OHM'sche Gesetz wird durch das mathematisch erwiesene Gesetz FOURIER's verländigt: »Jede beliebige regelmässige periodische Schwingungsform kann aus einer Summe einfachen Schwingungen zusammengesetzt werden, deren Schwingungszahlen ein, zwei, vier u. s. w. mal so gross sind, als die Schwingungszahl der gegebenen Bewegung«, und kann eine gegebene regelmässig periodische Bewegung nur in einer einzigen se als Summe einer gewissen Anzahl einfacher Schwingungen dargestellt werden. Es pricht, wie wir sahen, einer regelmässig periodischen Bewegung ein Klang, einer einen Schwingung ein Ton, wir können also das mathematische Gesetz auch so formuliren MHOLTZ): »Jede Schwingungsbewegung der Luft im Gehörgange, welche em musikalischen Klange entspricht, kann immer und jedes Mal nur iner einzigen Weise dargestellt werden als die Summe einer Anzahl acher schwingender Bewegungen, welche Theiltönen dieses Klanges sprechen.

Das Ohr hat dieselbe Fähigkeit wie die mathematische Analyse, das Wellengemisch Klanges in seine einfachen Bestandtheile, die Partialtöne, zu zerlegen.

Den in einer Klangmasse enthaltenen Partialtönen kommen auch sonst besondere mechae Wirkungen in der Aussenwelt zu, die sich vor Allem in dem Phänomene des **Mittönens** Mitschwingens äussern. Die Fähigkeit des Mittönens findet sich vorzugsweise bei en Körpern, welche, einmal durch irgend einen Anstoss in Schwingungen versetzt, ehe ur Ruhe kommen, eine längere Reihe von Schwingungen ausführen. Werden sie von schwachen, aber regelmässig periodischen Stössen getroffen, von denen jeder einzelne zu schwach ist, um eine merkliche Bewegung des schwingenden Körpers zu veranlassen, nn sich doch die grosse Anzahl der Anstösse zu sehr ausgiebigen Schwingungen des geten Körpers summiren, wenn die Periode jener schwachen Anstösse genau gleich ist der de der eigenen Schwingungen des angestossenen Körpers. Weicht die Periode der regelig sich wiederholenden Stösse ab von seiner Periode der Schwingungen, so entsteht eine ache oder ganz unmerkliche Bewegung. Gewöhnlich gehen solche periodische Anstösse einem andern in regelmässigen Schwingungen begriffenen Körper aus, in diesem Falle die periodischen Schwingungen des einen Körpers periodische Schwingungen eines ren hervor, auf welchen Vorgang die Bezeichnung Mittönen oder Mitschwingen zunächst bezieht. Wenn z. B. zwei Saiten zweier Violinen genau gleichgestimmt sind, man die eine anstreicht, so geräth auch die gleichstimmige Saite der anderen Violine hwingungen. Dasselbe ist von den Saiten eines Klaviers, deren Dämpfer man niedergekt hat, bekannt; singt man einen Ton kräftig in das Innere des Klaviers, oder gibt ihn einem musikalischen Instrumente an, so klingt die gleichstimmige Seite mit und nach Aufhören des Tones noch nach. Körper von geringer Masse, welche ihre Bewegung an uft leicht abgeben und schnell austönen, wie gespannte Membranen, Saiten einer Violine, leicht in Mitschwingungen zu versetzen. Im Allgemeinen sind die Schwingungen, in he die meisten elastischen Körper durch irgend einen schwachen periodischen Anstoss verwerden, pendelartig.

Man kann nun durch das Phänomen des Mitschwingens die zusammengesetzten Klangen physikalisch analysiren. Die einzelnen pendelartigen Schwingungen, welche sie poniren, vermögen gleichgestimmte Saiten oder Membranen in Mitschwingung zu versetzen. eut man z. B. solche verschieden abgestimmte Membranen mit Sand, so zeigen die Bengen des Sandes auf den mit den Partialtönen des Klanges gleichgestimmten Memen das Vorhandensein dieser Partialtöne in der gesammten akustischen Wellenbewegung Klanges objectiv an. Ein noch weit feineres Mittel zur Analyse der Klänge bilden die nannten Resonatoren (HELMHOLTZ), verschieden grosse oder lange gläserne oder metal-Hohlkugeln oder Röhren, mit zwei Oeffnungen, für einen bestimmten Ton abgestimmt,

welche mit der einen Oeffnung in den Gehörgang eingepasst werden. Die Luftmas
in Verbindung mit dem Gehörgang und dem Trommelfell ein elastisches System, mi
fähigung zu eigenthümlichen Schwingungen, unter denen besonders der Grundton d
tönen stark hervorgerufen werden kann. Findet sich dieser Grundton des Resonators
Tongemisch, so braust er, wenn das andere Ohr verstopft ist, wobei man den Klang
meinen nur gedämpft hört, mit grosser Stärke in das Ohr. Vorzüglich auf diese W
Helmholtz mit Hülfe sehr verschiedener Resonatoren die Klänge der verschieden
mente auf ihre Theiltöne untersucht.

Dieselben Klänge auf verschiedenen Instrumenten angegeben unterscheiden sich
sahen, wesentlich von einander durch ihre Klangfarbe. Auf dem angegebenen an
Wege kam Helmholtz zu der Erklärung dieser Erscheinung. Die Klänge des Klav
Geige, der menschlichen Stimme, der Blechinstrumente etc. unterscheiden sich von
durch die den Klang componirenden Theiltöne und ihre relative Stärke. Nicht imm
Grundton der stärkste; manche Obertöne fehlen oft ganz oder zeichnen sich durch a
Stärke oder Schwäche vor den übrigen aus. Je reicher ein Klang an Obertönen
brauchbarer ist er in musikalischer Beziehung, doch dürfen sie den Grundton nicht
überwiegen, der Klang erhält sonst den Charakter des leeren; er wird klimpernd,
Obertöne sehr hoch sind. (Das Nähere bei Helmholtz, Lehre von den Tonempfindu
Menschenstimme hat schon Capitel XVI. ihre Darstellung in der vorliegenden Bezi
funden.)

Man hätte annehmen können, dass nicht nur die Obertöne, sondern auch Pha
renzen die Klangfarbe erzeugen könnten. Das Experiment weist diese Vermuthung
So müssen wir also annehmen, dass unser Ohr im Stande ist, die Klänge in ihre Th
zerlegen und auf diese Weise — wie durch die Anwendung der Resonatoren — nich
Anwesenheit, sondern auch ihre relative Stärke zu bestimmen. Erst das Centra
Gehörsinnes vereinigt wieder die getrennten Empfindungen bis zu einem gewissen G
einer Mischempfindung. Wir haben hier also analoge Verhältnisse wie bei dem Fa
mit dem Auge. Auch dort mussten wir annehmen, dass auf der Netzhaut die Mi
welche den Klängen entsprechen, in die Grundfarben zerlegt werden; auch dort w
der Akt der Mischungsempfindung erst in dem Centralorgane wahrscheinlich.

Helmholtz entwickelte hieraus seine schon erwähnte Hypothese, die unten n
ausgeführt werden soll, und die im Allgemeinen auf dem Satze basirt, dass auch
Gehörgange die periodischen Schwingungen der Klänge in ihre einfachen pen
Schwingungen (Töne) nach dem Gesetz des Mitschwingens durch gleichgestimm
schwingende Theile im Ohre selbst zerlegt werden.

Von den bisher besprochenen Klängen, die als einfache Summen von Obert
zufassen sind, müssen die Kombinationstöne unterschieden werden. Es komm
Umständen — wenn die durch zwei gleichzeitig vorhandene Töne gesetzten Dichtig
änderungen der Luft nicht sehr klein sind — in der Luft selbst schon zusammenge
wegungen zu Stande, die als neue Töne wahrgenommen werden. Es summiren sich
Schwingungszahlen der sich vereinigenden Töne, so dass der Kombinationston dan
gleichen Zeit soviel Schwingungen besitzt, als die Summe oder Differenz der Schw
zahlen der Grundtöne beträgt. Nicht nur die Grundtöne, sondern auch Obertöne k
solchen Kombinationstönen verschmelzen.

Zeichnen wir uns einen Ton als eine regelmässige Wellenlinie auf, so lässt s
anschaulich machen (wenn wir eine vollkommen gleiche Wellenlinie so in die erst
zeichnen, das die zweite gerade um eine halbe Wellenlänge später beginnt als die er
durch beide Wellen vernichtet werden), wie bei Tönen, welche in genauem Einklang
Ruhe eintreten kann, wenn sie gerade um eine halbe Wellenlänge sich unterschei
Tönen, welche in der Höhe etwas verschieden sind, deren Wellen sich also nicht genau
entsteht unter den angegebenen Umständen nicht Ruhe, sondern nur periodische S
kungen der Tonstärke, sogenannte Schwebungen. Nur wenn diese Schwebunge

folgen, lassen sie sich noch als einzelne »Schläge« empfinden, wenn sich dieselben so rasch gen, dass sich die Einzeleindrücke verwischen, wird die Klangmasse wild und rauh und acht auf das Gehör den unangenehmen, stossenden Eindruck der Dissonanz, die Helm-ltz mit der Empfindung des Flackerns eines Lichtes vergleicht. Am stärksten der unangenehme Eindruck der Dissonanz, wenn sich in der Secunde die Schwebungen mal wiederholen, erfolgen sie öfter, so nimmt, ohne dass der Charakter der Empfindung ändert wird, die Unannehmlichkeit derselben ab. Auch Obertöne und Kombinationstöne nnen Veranlassung zu Schwebungen und damit zur Dissonanz geben. Es tritt unter allen ständen der Eindruck der Dissonanz nur dann ein, wenn das Intervall der beiden schweben-n Töne nicht zu gross ist, weil sonst zwei Corti'sche Fasern resp. Akustikusfasern erregt rden würden, deren gemeinschaftlicher Erregungszustand sich nicht stört (Helmholtz).

Durch die Konsonanz oder Dissonanz der Obertöne unterscheiden sich die Intervalle der sikalischen Tonleiter wesentlich von einander Bei der Oktave z. B. fallen alle Obertöne der Grundtöne zusammen, so dass keine Schwebungen entstehen können, die sich aber bei geringsten Unreinheit der Instrumentalstimmung sogleich ergeben. Andere Intervalle wer-auch bei vollkommen reiner Stimmung aus dem entgegengesetzten Grunde leicht rauh, so B. die grosse Septime und die kleine Secunde, bei denen die Obertöne nur um einen Halb- auseinander stehen. Man kann darnach die Intervalle in 5 Abtheilungen eintheilen:

1) Absolute Konsonanzen — alle Obertöne fallen zusammen —: Oktave, Duo-ime, Doppeloktave.

2) Vollkommene Konsonanzen — die nicht zusammenfallenden Obertöne kommen nder nicht so nahe zu liegen, dass sie bedeutende Rauhigkeiten geben könnten —: Quinte, rte.

3) Mittlere Konsonanzen — in tieferen Lagen merklich rauh —: grosse Septe, e Terz.

4) Unvollkommene Konsonanzen: kleine Septe, kleine Terz.

5) Dissonanzen, die selbstverständlich wieder eine Eintheilung nach verschiedenen den der Rauhigkeiten erlauben. —

Der Accord entsteht dadurch, dass drei Töne zusammen kommen. Er kann natürlich dann konsonant sein, wenn seine Intervalle konsonant sind. Bei den Mollaccorden n die Kombinationstöne theils dem Accorde fremde Töne, theils kommen sie einander und primären so nahe, dass Dissonanzen entstehen, die nur wegen der Schwäche der Kombi-nstöne den Accord selbst nicht merklich stören, ihn aber doch etwas unklar erscheinen n, worauf es beruht, dass die Mollaccorde so geeignet sind, unklare, trübe Gemüths-mungen zum musikalischen Ausdruck zu bringen. Die Melodie, eine Bewegung der e in der Zeit, setzt ausser dem Takte noch eine feste Tonleiter voraus, welche auf Verwandtschaft der Klänge unter einander beruht. Bei den Oktaven ist die Ver-dtschaft vollkommen, die Partialtöne sind gleich, es kommen keine neuen hinzu; so kommt lass man die ganze Tonmasse zuerst in eine Reihe von Oktaven eintheilt. Bei den anderen gen kommt stufenweise Neues hinzu, was die Verwandtschaft dann mehr oder weniger eckt (Helmholtz).

Die hohe Ausbildung des Gehörorganes, welche eine Auffassung der Reizverschiedenheit en neben einander liegenden Akustikusendorganen, den Corti'schen Fasern oder Hör-chen nach der Helmholtz'schen Hypothese voraussetzt, ist wie beim Auge und dem Tastor- eine Folge der fortgesetzten Erziehung. Bei dem Neugebornen ist das Gehörvermögen n sehr wenig entwickelt, das stärkste Geräusch scheint keinen besonderen Eindruck auf neugeborene Kind zu machen. Nach einiger Zeit scheint es die hohen Töne zu vernehmen, igstens wählen die Wärterinnen solche, um seine Aufmerksamkeit zu erregen. Es spricht h für eine geringe Empfindlichkeit des Hörnerven noch bei dem grösseren Kinde, die höch-und stärksten Töne liebt es vor Allem, starke, Erwachsenen unangenehme Geräusche hen ihm angenehme Eindrücke. Im Alter stumpft sich die Sensibilität des Gehörnerven

mit den übrigen Nervenfunctionen wieder mehr oder weniger ab, so dass Greise meist etwas schwerhörig sind.

C. Nörr hat unter Vierordt's Leitung die Gültigkeit des Fechner'schen psychophysischen Gesetzes auf dem Gebiete der Schallstärke bestätigt. Es bieten die für einen und denselben Procent-Reizunterschied berechneten Werthe des Empfindlichkeitsmaasses nur sehr geringe Abweichungen, die von der absoluten Stärke des Reizes unabhängig sind.

Die Kopfknochen, das äussere Ohr und der äussere Gehörgang.

Die Kopfknochen. Der tief eingeschlossen in dem Innern der Schädelknochen endende Gehörnerv kann nur dadurch von den Schallwellen erreicht werden, dass diese auf Theile des Körpers übergehen, und in diesen bis zu den akustischen Endorganen sich fortpflanzen. Den Hauptweg der Schallleitung bilden die specifischen Apparate des Gehörorgans selbst; aber die Schallwellen treffen an der ganzen Körperoberfläche auf elastische Theile, welche in höherem oder geringerem Grade die Schallbewegung zu leiten vermögen. Von den entfernteren Theilen des Körpers können keine Schallwellen bis zu dem Akustikus gelangen, dagegen erscheinen die Kopfknochen zur unmittelbaren Uebertragung von Schallwellen vor Allem fester oder tropfbar flüssiger Körper zum Gehörnerven geeignet. Schlägt man eine Stimmgabel so schwach an, dass sie in der Luft nicht tönt, und setzt sie auf Kopfknochen z. B. auf das Scheitelbein auf, so hört man nun durch die Knochenleitung den Ton. Es ist das ein Versuch, der auch diagnostisch verwerthet wird, um die Functionirung des Akustikus festzustellen. Bei den unter Wasser lebenden Wirbelthieren werden die Schallwellen, welche sich im Wasser fortpflanzen, normal zum grossen Theil zunächst auf die Schädelknochen und durch diese auf den Akustikus übertragen. Bei dem Menschen und den übrigen in der Luft lebenden Wirbelthieren ist die Aufgabe der Knochenleitung eine untergeordnete, mehr zufällige, und zweifellos können die Schallwellen der Luft nur in geringer Intensität auf diesem Wege geleitet werden. Immerhin verbindet sich diese Leitung stets mit der Leitung auf dem Hauptwege und kann diese in besonderen, z. B. krankhaften Fällen bis zu einem gewissen Grade ersetzen.

Das äussere Ohr hat bei vielen Thieren eine im Allgemeinen trichterförmige Gestalt und kann durch Muskeln in die Schallrichtung eingestellt werden, hier ist seine Hauptwirkung als Hörrohr unzweifelhaft. Auch das menschliche äussere Ohr scheint bis zu einem gewissen Grade diese Aufgabe zu erfüllen, doch ist bei ihm die Trichterform weniger ausgesprochen und seine Bewegungsfähigkeit meist ganz verloren gegangen. Die von der Anatomie beschriebenen Muskeln für die Bewegung des äusseren Ohres im Ganzen, für das Vor- und Rückwärtsdrehen und Heben der Ohrmuschel, sowie die zwischen Abschnitten des Ohrknorpels verlaufenden Muskeln, können wegen mangelnder Uebung nur von Wenigen willkürlich in Thätigkeit versetzt werden. Die mannigfachen leistenartigen Vertiefungen und Vorsprünge der muschelförmigen Oberfläche sollten nach älteren Physiologen (Boerhave) alle die Ohrmuschel treffenden Schallwellen in solcher Richtung reflektiren, dass sie in den äusseren Gehörgang eingeworfen würden. Esser's und Harless' Versuche haben diese Mei-

ung im Allgemeinen widerlegt. Der Werth der Ohrmuschel ist bei dem Menschen ein ziemlich geringer. Für die Reflexion ist vorzüglich nur die Concha thätig, sie wirft die sie treffenden Schallwellen der Luft gegen den Tragus, von wo sie in den Gehörgang gelangen; die übrigen Unebenheiten des Ohres scheinen die Reflexion wenig oder nicht zu unterstützen. Das äussere Ohr ist aber nicht nur Reflector, sondern als eine freistehende elastische Platte auch ein Leiter der Schallwellen. Es nimmt die Schallwellen in grosser Breite auf und leitet sie freilich nur in geringer Intensität) zu seiner Ansatzstelle und von da zum Trommelfell und den Kopfknochen. Von diesem Gesichtspunkte aus lässt sich die Wirkung der wunderlichen Bildung des äusseren Ohres mit ihren Unebenheiten, Vorsprüngen und Vertiefungen einigermassen einsehen. Diejenigen Theile der Ohrknorpelplatte, auf welche die Richtung der Schallwellen senkrecht ist, werden diese auch am stärksten aufnehmen; die Unebenheiten des Ohres sind aber so mannigfaltig, dass beliebig gerichtete Schallwellen auf die Tangente einer dieser Erhabenheiten senkrecht sein werden (J. Müller). Auch bei dem Ohre der Thiere kommt diese Leitung der Schallwellen durch das äussere Ohr in Betracht.

Der äussere Gehörgang, der nach dem mittleren Ohre zu durch das Trommelfell abgeschlossen ist, beginnt mit einer etwas trichterförmigen Erweiterung, welche den Luftwellen in grösserer Ausdehnung den Eintritt gestattet. Er hat die Wirkung eines Hörrohrs. Die zu seiner Mündung gelangenden Schallwellen der äusseren Luft gehen auf die in ihm enthaltene Luftsäule über und nehmen vielleicht niemals direct, sondern erst nach ein- oder mehrmaliger Reflexion an den Wänden des Gehörganges zum Trommelfelle. Die Wände des Ganges dienen daneben nach dem oben gesagten auch zur directen Schallleitung vom äusseren Ohrknorpel und den Kopfknochen aus.

Die innere Oberfläche des Gehörganges, welche mit einer Fortsetzung der äusseren Haut bekleidet ist, wird von den Sekreten der hier mündenden Ohrenschmalz- und Talgdrüsen mit einem besonders aus Fett bestehenden Sekret, dem Ohrenschmalz, überzogen. Bei mangelnder Absonderung desselben soll Schwerhörigkeit und Brausen im Ohr bemerkt worden sein. Ohrenschmalzpfröpfe bringen Schwerhörigkeit hervor, wenn sie den Gehörgang vollkommen verstopfen, geringere Hindernisse in dem letzteren erschweren das Hören dagegen nur auffallend wenig. Das Ohrenschmalz enthält ein Albuminat, Olein und Margarin, einen in Wasser löslichen bitteren Stoff und anorganische Salze; nach Petrequin ist seine Zusammensetzung: 10% Wasser, 26% Fette, 52% Kaliseifen fetter Säuren, 12% unlösliche organische Materie, Spuren von Kalk und Natron. Das Mikroskop zeigt Talgzellen und Epithelzellen, freies Fett und Cholesterinkrystalle.

Der äussere Gehörgang ist beim Erwachsenen im Ganzen etwa 3—3,25 cm lang. Sein vorderes Dritttheil hat eine knorpelige Grundlage. Er stellt eine leicht spiralig gewundene Röhre dar, mit der Richtung nach innen und etwas nach vorn. Er steigt dabei anfangs etwas nach aufwärts, biegt sich dann ziemlich plötzlich und beinahe senkrecht nach abwärts und steigt zuletzt wieder etwas an. Zur Untersuchung des Gehörganges muss man daher die Ohrmuschel mit dem knorpeligen Theile des äusseren Gehörgangs etwas nach aufwärts ziehen.

Die Weite des Ganges ist am geringsten etwa in seiner Mitte. Der Durchmesser der äusseren Oeffnung ist in vertikaler Richtung am grössten, 8—9 mm, die horizontale Ausdehnung am Trommelfell am bedeutendsten, wo sie 6—8 mm beträgt. Der knöcherne Gehörgang zeigt eine ovale Lichtung, der grosse Durchmesser des Ovals steht in dem äusseren Abschnitte senkrecht, in dem inneren dagegen schräg. Da das Trommelfell den äusseren Gehörgang

schräg abschliesst, so wird letzterer in seinem inneren Ende von der Paukenhöhle übe Sein inneres Ende zeigt zur Befestigung des Trommelfells eine Furche, welche seinen hi unteren und vorderen Umfang umgibt: Trommelfellfalz, Sulcus tympanicus, nac hat dieser eine Unterbrechung von 2,5—3 mm Länge, den Rivini'schen Aussc Direct an dem Trommelfellfalze zeigt sich das innere Ende der Glaser'schen Spal welcher der lange Fortsatz des Hammers befestigt ist, und in welcher das Ligan mallei anterius liegt. Die Ebene des Trommelfells bildet zur Mittelebene des Kopfe nach oben und hinten offenen Winkel, mit dem äusseren Gehörgang bildet es einen von etwa 55°, die Trommelfelle beider Seiten bilden mit einander einen nach oben stumpfen Winkel von 130—135°.

Zum Bau des mittleren Ohrs.

Die Paukenhöhle (deren Anatomie wir, wie die des ganzen Gehörorg im Allgemeinen als bekannt voraussetzen) und die in ihr eingeschlos Theile dienen dazu, um die Schwingungen der Luft hinreichend kräftig au Wasser des Labyrinths zu übertragen. Die Paukenhöhle ist von dem in Ende des äusseren Gehörganges durch das Trommelfell abgegrenzt, eine d

Fig. 230.



Querschnitt der Ohrtrompete mit ihrer Umgebung. 1 Mediale Knorpelplatte. 2 Lateraler Knorpelhaken. 3 dilatator tubae. 4 Musc. levator veli palatini. 5 Fibrocartilago basilaris. 6 u. 7 Acinöse Drüsen. 8 Fettl der lateralen Wand. 9 Sicherheitsröhre. 10 Hülfsspalte. 11 Falten der Schleimhaut. 12 Lateralwärts angr des Gewebe.

in einem knöchernen Ringe (cf. oben) ziemlich schlaff (Helmholtz) ausgespa Membran. Nach innen ist die Paukenhöhle von dem Labyrinthe durch knöch

nde getrennt, in welchen sich zwei durch direct an das Labyrinthwasser anızende Membranen verschlossene Oeffnungen, Fenster, finden. In dem ren, dem ovalen Fenster ist die Fussplatte des Steigbügels befestigt, dass derselbe durch die Kette der Gehörknöchelchen mit dem Trommelfelle Verbindung steht, das untere, runde Fenster, ist nur durch eine Membran: mbrana tympani secundaria, geschlossen. Mit dem oberen Theile der Schlundlle steht die Paukenhöhle durch die mit einer flimmernden Schleimhaut auskleidete **Eustachische Trompete** in Verbindung, deren dem Schlunde zugekehrte ffnung wie die Mündung einer Tuba erweitert ist, in der Mitte ist sie zu einer illaren Spalte verengt. Ihr gegen die Paukenhöhle zugewendeter Theil bet eine knöcherne, die übrigen Abschnitte eine knorpelige Grundlage. Der arknorpel stellt in seinem Hauptabschnitte eine winkelig zusammengebogene te dar, die auf Querschnitten als Knorpelhaken erscheint (Fig. 230). Der lkürliche Musculus dilatator tubae (v. Tröltsch) vom Musculus tensor ati mollis hat in der ganzen Länge der Ohrtrompete seinen Ansatz an dem npfen Ende der lateralen Knorpelplatte, indem seine platte Sehne mit dem ichondrium des Hakenendes zusammenfliesst. Bei der Zusammenziehung Muskels wird der Haken gegen den Hamulus pterygoideus hingezogen und Tubarspalte, deren Schleimhautflächen in ihrem mittleren Abschnitt direct einander liegen, dadurch eröffnet.

Der Musculus dilatator tubae geht nach oben direct in den Musculus tensor tymi über (v. Tröltsch, L. Mayer, Rüdinger). Während der Erschlaffung des Muskels drücken gegen einander federnden Knorpelplatten in dem Mittelstück der Ohrtrompete die Schleimflächen an einander und verschliessen dadurch hier das Röhrenlumen, der obere Abıitt ist dagegen nicht vollkommen verschlussfähig. Rüdinger (cf. dessen oben gegebene ildung, Fig. 230) nennt den sich in dem oberen Abschnitt findenden halbcylindrischen m unter dem Knorpelhaken: Sicherheitsröhre, seitlich schliesst sich an sie die nur h die Muskelwirkung zu öffnende Hülfsspalte an.

Die Tuba dient zur Abführung des Secrets der Schleimhaut der Paukenle sowie ihres eigenen. Ihre wichtigste Aufgabe scheint die zu sein, durch n knorpelig-muskulösen Mechanismus die Paukenhöhle zu ventiliren, Verbindung der Luft der Paukenhöhle mit der äusseren Luft zu unterhalten dadurch für die Schallschwingungen des Trommelfells störende Druckerschiede auf den beiden Seiten des letzteren zu verhindern oder eingeene auszugleichen (Mach und Kessel). Wenn man bei Verschluss von Mund Nase die Luft im Munde zusammenpresst oder durch Saugen verdünnt, so bei Schluckbewegungen mit einem deutlichen Gefühl von Spannung Trommelfell und einem Knacken im Ohre Luft in die Paukenhöhle entweder oder aus ihr heraus (Valsalva's Versuch). Bei allen Schluckbewegungen, denen der Tensor palati mollis in Thätigkeit kommt, öffnet sich die Tuba, durch etwaige Druckunterschiede zwischen der Luft der ıkenhöhle und der äusseren Luft ausgeglichen werden (cf. en). Ob die Tuba eine Rolle bei der Schallleitung spielt und welche, ist h Gegenstand der Controverse; man bringt sie mit dem deutlichen Hören eigenen Stimme in Verbindung. Eine in den Mund gehaltene Uhr hört man ch, wenigstens bei geschlossener Tuba, schlecht. Dauernder Verschluss der a bringt Schwerhörigkeit hervor, vielleicht oder wahrscheinlich durch Ver-

änderung des Luftdrucks in der Paukenhöhle und dadurch veranlasste stärkere Trommelfellspannung (cf. unten).

Nach unserer Darstellung ist die Tuba gewöhnlich geschlossen. E. Mach und J. Kessel machen darauf aufmerksam, dass der Tuba-Verschluss für die Schwingungen des Trommelfells erforderlich ist. Wenn das Trommelfell von beiden Seiten in gleicher Weise den Schallwellen zugänglich wäre, so könnte es durch dieselben nicht in Schwingungen versetzt werden. Andererseits ist aber eine Druckdifferenz zu beiden Seiten des Trommelfells ein beträchtliches Hinderniss der Beweglichkeit desselben. Die Tuba muss daher zur Ausgleichung solcher Unterschiede zeitweilig geöffnet werden können. Diese Oeffnung tritt bei dem Schluckakt ein. Nach Schwarze und Lucae soll bei jeder Athmung sich die Tuba öffnen und der Druck im Trommelfell sich dadurch ändern. Mach und Kessel führen letzteres auf eine mit der Athmung auf- und absteigende Bewegung des Sekretes in der kapillären Spalte der Tuba zurück, während sie eine Eröffnung der Tuba nur beim Schluckakte zugeben. A. Lucae behauptet im scheinbaren Gegensatz gegen unsere obige Darstellung, dass bei energischer Erhebung des Gaumensegels, also namentlich während der Schlingbewegungen und der Stimmgebung, ein Verschluss der Mündung der Tuba Eustachii eintrete.

Das Trommelfell hat im Allgemeinen eine elliptische Form, deren Regelmässigkeit der nach vorn und oben gelegene sogenannte Rivini'sche Ausschnitt stört. Die längere Axe des Ellipsoides geht von hinten und oben nach vorn und unten, die kürzere von vorn und oben nach hinten und unten. Der längere Durchmesser misst zwischen 9.5—10 mm, der kürzere 8 mm (J. Kessel). Die Mitte des Trommelfells, der Nabel, ist durch den hier an der inneren Seite der Membran befestigten Handgriff des Hammers, welcher durch die Befestigung des Hammers (cf. unten) einwärts gezogen wird, ziemlich stark nach innen gespannt, wodurch die Membran eine trichterförmige Wölbung bekommt, deren Spitze die Spitze des Hammerhandgriffs darstellt. Die Wände dieses Trichters sind gegen seine Oeffnung convex gewölbt, am geringsten ist diese convexe Wölbung an dem von dem Nabel aus nach oben und vorn verlaufenden Meridiane, in welchem der Stiel des Hammers an das Trommelfell sich anlegt. Der kurze Fortsatz an der Basis des Hammerstiels drängt das Trommelfell etwas nach aussen. Das Trommelfell ist in dem Trommelfellfalz mit einem verdickten Saum: Sehnenring, Ringwulst, Annulus tendineus eingefügt. Im Uebrigen ist es nur etwa 0,1 mm dick, lässt aber drei verschiedene Schichten unterscheiden. Seine mittlere fibröse Schicht: Membrana propria s. fibrosa tympani ist nach aussen von einer Schicht der Cutis, nach innen von einer Schicht der Paukenhöhlenschleimhaut überkleidet.

Der Annulus tendineus zeigt ausser feinen elastischen Fasern vorzugsweise radiär verlaufende Sehnenfasern, welche zum grossen Theil aus den radiären Fasern des Trommelfells stammen und von Fasern anderer Richtung dicht durchflochten sind. Nach vorn und hinten stehen die Fasern des Ringwulstes in continuirlicher Verbindung mit den Fasern der Cutis und des Periosts des Gehörgangs sowie mit denen des Periosts und der Schleimhaut der Paukenhöhle. Am Rivini'schen Ausschnitt fehlt der Ringwulst, hier verlaufen die Fasern theils direct in die Grundlage der Cutis und des Periosts des Gehörgangs, theils wenden sie sich nach unten zur Anlagerungsstelle des kurzen Hammerfortsatzes, dadurch wird ein dreieckiger oder halbmondförmiger Raum, die Membrana flaccida, des Trommelfells gebildet; hier zeigt das Trommelfell eine geringere Spannung und ist häufig in die Paukenhöhle etwas eingesunken.

Die Membrana propria tympani lässt auf der äusseren Seite radiär

der inneren circulär verlaufende Fasern erkennen, zwischen welche sich ern von unregelmässigerem Verlaufe einschieben. Für ihre radiären Fasern let in der Hauptsache die Spitze des Hammerstiels das Ausstrahlungscentrum, ist deren Schicht am dicksten. Umgekehrt verdickt sich die Schicht der ulären Fasern gegen die Peripherie zu und umgibt wulstförmig den Rand eigentlichen Trommelfells, an der äussersten Peripherie fehlen die Circularrn (GERLACH). Im Ganzen ist das Trommelfell nicht eine elastische nachsige, sondern eine fast unausdehnsame Membran (HELMHOLTZ).

Die drei Gehörknöchelchen bilden die bekannte gebogene Kette zwischen mmelfell und ovalem Fenster.

An dem Körper des Hammers befindet sich nach oben durch eine leichte Einschnü; abgegrenzt der rundliche Kopf, der nach hinten und innen die im Allgemeinen sattelig gestaltete Gelenkfläche mit dem Amboss trägt. Nahezu in der Verrung des Halses geht der Handgriff oder Hammerstiel ab, der mit von aussen nach innen spatelförmig abgeflachten Spitze im Trommelefestigt ist. Der zarte lange Fortsatz des Hammers ist in der Fissura ri durch Bandmasse gehalten. Der kurze Fortsatz, welcher unter Halse nach aussen abgeht, legt sich mit seiner konischen Spitze an rommelfell an. Der Amboss ähnelt einem zweiwurzeligen Backen-, dessen Krone die Gelenkfläche mit dem Hammer trägt. Sein kurzer nkel wendet sich nahezu horizontal nach rückwärts und ist durch masse straff an die hintere Wand der Paukenhöhle befestigt. Der Schenkel ragt allmälig schmäler werdend nahezu parallel dem merstiele (HELMHOLTZ) frei in die Paukenhöhle hinein, an seinem Ende er sich nach innen und verdünnt sich ziemlich bedeutend. An m Ende sitzt ein, bei Erwachsenen meist mit dem langen Ambossnkel fest verwachsenes rundes Knöchelchen, Ossiculum lentire s. Processus lenticularis, welches mit dem Knopf des Steigels, der dazu einen leichten überknorpelten Eindruck zeigt, artiku-Durch die beiden Schenkel ist der Knopf des Steigbügels mit seiner platte verbunden, welche in dem Sulcus stapedis des ovalen Fensters tigt ist. Die Fussplatte hat, wie das ovale Fenster, eine nierenförmige lt und biegt sich gegen den Vorhof etwas aus. Der vordere Schenkel rade und etwas kürzer als der stärker gekrümmte hintere Schenkel teigbügels.

Fig. 281.

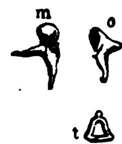
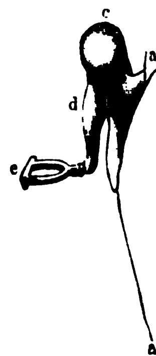


Fig. 282.



Verbindung der Gehörknöchelchen. — Der Hammer ist an dem Trommelfell einem kurzen Fortsatz und dem Handgriff befestigt. Das spatelförmige Ende des letzwird von Fasern, die dem Perioste angehören, kreisförmig umzogen: im unteren Theile len sich auch radiär und gekreuzt verlaufende Fasern dazu. Mit dem Periost des oberen hnitts des Hammergriffs ist die Sehnenhaut des Trommelfells nur durch lockeres Bindebe verbunden, so dass eine geringe Verschiebung möglich ist (KESSEL). Von Anderen le eine unvollkommene gelenkartige Verbindung gegen den kurzen Fortsatz hin zwischen Knochen und dem Trommelfell beschrieben. An der Anlagerungsstelle des Knochens ist rommelfell verdickt zum Theil durch Einlagerung faserknorpeligen Gewebes, zum Theil h Faserzüge der Cutisschicht (GRUBER). Sonst ist der Hammer durch Bänder in der enhöhle befestigt, von denen man gewöhnlich ein oberes, vorderes und äusseres belbt. Nach HELMHOLTZ bilden die hintersten Stränge des Ligamentum mallei externum, n er den Namen L. m. posticum beilegt, mit den nur durch den Körper des Hammers hnen getrennten, in der directen Verlängerung der ersteren liegenden mittleren stärksten des Ligamentum m. anterius in mechanischer Beziehung ein Band, das Axenband

des Hammers, welches die Drehungsaxe des Hammers darstellt. Das Ligamentum m. anterius besteht aus Fasern, welche von der Spina angularis des Keilbeins entspringen, durch die Fissura Glaseri verlaufen und sich am Hammerhals ansetzen.

Das Hammerambossgelenk ist im Ganzen ein Sattelgelenk. Sein Kapselband ist sehr fest und straff, wodurch die Drehungsmöglichkeit der Knochen gegen einander sehr beschränkt wird, diese beträgt im Ganzen nach Helmholtz kaum 5°. Das Gelenk erlaubt diese Drehung um eine quer durch den Kopf des Hammers gegen den kurzen Fortsatz des Amboss hinlaufende Axe. Der Drehung für die Einwärtstreibung des Hammers setzt sich nach Helmholtz ein Paar von Sperrzähnen im Gelenke entgegen; dagegen kann der Hammerstiel auswärts getrieben werden, ohne den Amboss mitzunehmen. Nach Rüdinger liegt ein 0,04 bis 0,06 mm dicker Faserknorpel, der an einer Seite mit der Kapsel verwachsen ist, zwischen den beiden Gelenkflächen.

Der kurze Ambossschenkel ist durch das straffe hintere Ambossband mit der Paukenhöhlenwand verbunden. Der Schenkel selbst und die Anlagestelle an der Paukenhöhle zeigt sich mit hyalinem Knorpel überzogen (Rüdinger), sonach haben wir hier auch eine Art von Gelenk. Nach Rüdinger ist die Verbindung des Steigbügels mit dem Amboss ein durch eine Faserknorpelscheibe in zwei Abtheilungen getrenntes Doppelgelenk mit fibröser Kapsel und allseitiger Beweglichkeit, im Allgemeinen eine Arthrodie. Die in die Gelenke der Gehörknöchelchen eingelagerten Knorpelscheiben betrachtet Rüdinger als elastische Polster mit der Wirkung von Puffern.

Die Verbindung der Fussplatte des Steigbügels mit dem ovalen Fenster entspricht ebenfalls einem Gelenke, sie ist nach Rüdinger ein Halbgelenk. Die überknorpelten, einander zugewendeten Ränder werden durch elastische Faserzüge, das Ringband des Steigbügels, mit einander verbunden. Die Fasern laufen von den Knorpeln aus gegen einander; wo sie zusammentreffen, entsteht durch netzartige Vereinigung der Gewebsbündel ein mit Flüssigkeit gefülltes Lückensystem (Rüdinger). Für die Steigbügelbasis bleibt, da die Durchmesser des ovalen Fensters durch den Knorpelbeleg verkleinert, die der Fussplatte dagegen vergrössert werden, ein nur sehr geringer Spielraum der Beweglichkeit. Am hintersten Umfang ist die Verbindung am festesten.

Entgegen den Anschauungen Rüdinger's u. A., dass die Verbindung der Gehörknöchelchen durch Gelenke hergestellt sei, steht die Angabe G. Brunner's, nach welcher Gelenke hier gar nicht vorkommen, sondern die Knöchelchen durch Symphysen mit einander verbunden sind.

An den Gehörknöchelchen greifen bekanntlich zwei quergestreifte, willkürliche Muskeln an. Die Fasern des Trommelfellspanners, M. tensor tympani, für seinen dünnen 1,2—1,6 mm langen Muskelbauch entspringen (cf. oben) vom knorpeligen Theil der Ohrtrompete und den angrenzenden Keilbeinpartien, der Muskelbauch dringt in den über dem knöchernen Abschnitt der Tuba gelegenen Canalis tensoris tympani ein, an dessen Wänden noch einige seiner Fasern ihren Ursprung nehmen. Der Verlauf des Muskelbauchs in seinem Canale ist nahezu horizontal von vorn und innen nach hinten und aussen bis an das vordere Ende des ovalen Fensters, hier biegt sich seine dünne Sehne ziemlich in rechtem Winkel über den Rand des als Rolle dienenden Processus trochleariformis und setzt sich an den Rand des oberen Endes des Hammergriffs an. Zu dem Muskel gelangt aus dem Ganglion oticum ein kleiner Nervenzweig, der vom Trigeminus abstammt. Der Steigbügelmuskel, M. stapedius, entspringt dicht an dem absteigenden Theile des Fallopischen Canals, aus dem seine feine Sehne in die Trommelhöhle heraustritt, um sich an den Knopf des Steigbügels und an die Kapsel des Ambosssteigbügelgelenkes anzusetzen (Rüdinger). Rüdinger beschreibt als M. fixator baseos stapedis ein aus spindelförmigen Zellen bestehendes Bündel, welches von einem feinen Knochenvorsprung hinter dem eiförmigen Fenster entspringt und sich mit breiter werdender Basis im Winkel zwischen dem Steigbügelschenkel und dem etwas abstehenden Theil der Fussplatte, sowie an ihrem oberen Rand befestigt. Man kann ihn als Antagonist des

illkürlichen Musculus stapedius auffassen, er fixirt die Basis an jener Stelle, welche durch ie einseitige Wirkung des M. stapedius gegen den Vorhof bewegt wird (Rüdinger).

Unter die anatomischen Bildungen des mittleren Ohres gehören noch die Zellenräume es Warzenfortsatzes, welche unter sich communicirende und mit der Paukenhöhle urch das Antrum mastoideum zusammenhängende Höhlungen darstellen. Sie sind mit einer ünnen Fortsetzung der Paukenhöhlenschleimhaut ausgekleidet. Der Rauminhalt der Tromelhöhle darf nicht unter eine gewisse Grenze sinken, um die Trommelfellschwingungen nicht u beeinträchtigen. Wäre die Luftmasse sehr klein, so würde sie grösseren Schwingungen des rommelfells bald unüberwindliche Hindernisse entgegensetzen. Die Hohlräume des Warzenrtsatzes vergrössern den Trommelfellraum, ohne, ihrer unregelmässigen Gestalt wegen, der esonanz nachtheilig zu werden (Mach und Kessel).

Die Schleimhaut der Paukenhöhle steht im Zusammenhang mit der Tuba. Sie berkleidet nicht nur die Wände der Trommelhöhle, sondern auch die in dieser gelegenen heile, zu diesem Zwecke steigen zwei Falten vom Dache der Höhle herab, von denen die rdere die Sehne des Tensor tympani, die hintere den Steigbügel überkleidet. Auf den mmer und Amboss geht die Schleimhaut der äusseren Wand über. Die oberste Schleimutschicht bilden ziemlich hohe flimmernde Cylinderzellen, die Höhe der Zellen nimmt an r Trommelfellgrenze allmählig ab, und das Trommelfell selbst ist von einer einfachen Lage n Plattenepithel überkleidet. Nach v. Tröltsch und Wendt finden sich in der Paukenleimhaut eine oder mehrere traubenförmige Schleimdrüsen.

Schallleitung im mittleren Ohr.

Die Schallwellen der Luft werden im mittleren Ohre zum Theil in Schwinngen des Trommelfells und in Bewegung der Gehörknöchelchen umgesetzt d auf diese Weise dem Labyrinthwasser zugeleitet. Ein anderer Theil der hallwellen geht an die Luft der Paukenhöhle über und kann auf diesem Wege f das Labyrinthwasser und die Enden des Gehörnerven übertragen werden. ser letztere Theil der Schallleitung spielt jedoch normal nur eine untergeinete Rolle, da sich die Schallwellen nur verhältnissmässig schwierig von ten Theilen auf Luft und umgekehrt von Luft auf feste Theile fortpflanzen. ch Ed. Weber bilden Amboss und Hammer zusammen einen festen Winkelbel, dessen Drehungsaxe vom Processus folianus des Hammers zur Spitze des rzen Ambossfortsatzes hinläuft, beide werden und mit ihnen der Steigbügel rch die Schwingungen des Trommelfells als Ganzes bewegt, und ebenso ist ch das Labyrinthwasser als eine nur im Ganzen zu bewegende Flüssigkeitsse zu betrachten.

Joh. Müller hatte mit Savard angenommen, dass in den betreffenden Leingsapparaten die Schallwellen als Verdünnungs- und Verdichtungswellen fortreiten. Helmholtz weist im Anschluss an E. Weber mathematisch nach, dass se Annahme wegen der Kleinheit der betreffenden Organe unstatthaft ist. e Wellenlänge beinahe aller Töne der Scala ist im Verhältniss zur Kleinheit r Apparate des mittleren und inneren Ohres sehr gross. Die Membranen, Geknöchelchen, das Labyrinthwasser sind daher in dieser Beziehung als inkomessibel zu betrachten, die Verschiebungen ihrer eigenen Theile im Sinne einer rdichtungs- und Verdünnungswelle ist vollkommen verschwindend gegen die plitude der Schallschwingung; sie können also nur als Ganzes hwingen, und die Schwingung des Trommelfells pflanzt sich so gut wie

momentan auf das Labyrinthwasser und durch dieses fort, alle diese Theile sind immer in gleicher Phase der Schwingung begriffen. Das Gleiche gilt (HELMHOLTZ) bei den tieferen und mittleren Tönen der Scala auch für die im Gehörgang und in der Trommelhöhle enthaltene Luft.

Durch Bewegungen des Trommelfells wird die Kette der Gehörknöchelchen in Bewegung gesetzt. Der Hammer allein würde (HELMHOLTZ) sich dabei um sein Axenband als Axe drehen, durch die Verbindung mit dem Amboss wird seine Drehung etwas modificirt, es treten geringe Verschiebungen des Hammers gegen den Amboss ein, welche nach HELMHOLTZ die Bedeutung haben, dass der Nabel des Trommelfells immer in einer gegen die Ansatzebene senkrechten Richtung bewegt wird, letzterer würde durch die Drehung des Hammers allein, da dessen Axenband gegen die Ansatzebene schief gerichtet ist, etwas nach hinten verschoben werden.

Durch den Zug des M. tensor tympani werden alle Befestigungsbänder der Gehörknöchelchen straff gespannt. Bei seiner Contraction zieht der Muskel zunächst den Hammerstiel und mit ihm das Trommelfell nach innen, nach derselben Richtung zieht er auch das Axenband und strafft dasselbe an. Gleichzeitig wird der Hammerkopf vom Ambosspaukengelenk entfernt, dadurch auch die Haftbänder des Amboss gespannt, sowohl die gegen den Hammer als die an der Spitze seines kurzen Fortsatzes, so dass diese etwas vom Knochen abgehoben wird. Der Amboss bekommt dadurch die Stellung, in welcher die Sperrzähne des Hammerambossgelenkes am festesten in einander greifen. Endlich muss sein langer Schenkel die Einwärtsdrehung des Hammerstiels mitmachen, dadurch auf den Steigbügel drücken und dessen Fussplatte in das ovale Fenster gegen das Labyrinth einpressen (HELMHOLTZ). Nach den oben angegebenen Beobachtungen RÜDINGER's bewirkt der M. stapedius eine straffe Anziehung auch des Ambosssteigbügelgelenkes. Durch die Spannung der beiden Muskeln werden also die Verbindungen der Knöchelchen so gefestet, dass das System mit dem Trommelfell als Ganzes schwingen kann.

Die Beweglichkeit der Steigbügelfussplatte ist, wie directe Beobachtungen von HELMHOLTZ und die oben gegebene Darstellung der Verbindung mit dem eirunden Fenster lehren, eine sehr geringe, die grössten Werthe, welche HELMHOLTZ dafür fand, betrugen zwischen $\frac{1}{14}$ und $\frac{1}{18}$ mm. Bei dem Einwärtsziehen des Hammerstiels drückt der lange Ambossschenkel fest auf das Knöpfchen des Steigbügels. Beim Nachauswärtsziehen des Hammerstiels übt dagegen der Amboss normal k e i n e n Z u g auf den Steigbügel aus, da dabei die nach dieser Richtung möglichen Drehungen in dem Hammerambossgelenke eintreten. Diese Einrichtung hat den Erfolg, dass das Trommelfell mit dem Hammer beträchtlich nach aussen getrieben werden kann, ohne dass der Steigbügel aus dem ovalen Fenster ausgerissen würde. Gegen zu starke Einwärtsbewegungen des Trommelfells bildet letzteres selbst ein sehr kräftiges Hemmungsband. Die Hauptaufgabe der G e l e n k e d e r G e h ö r k n ö c h e l c h e n scheint also darin zu bestehen, dass sie alle ausgiebigeren Bewegungen des Trommelfells, wie sie normaler Weise vorkommen, möglich machen, ohne dass dadurch die Verbindung des Steigbügels mit dem eirunden Fenster zerstört würde. Die Bewegungen des Steigbügels gehen nicht nur um seine Längenaxe, sondern auch um eine Queraxe

Fussplatte vor sich. Bei der Einwärtstreibung des langen Ambossschenkels 'd dessen Spitze und damit das Steigbügelknöpfchen und der ganze Steig- ;el etwas gehoben, was durch die ungleiche Festigkeit seiner Befestigung am rn und untern Rand des ovalen Fensters gestattet wird (HENKE, LUCAE, Po- :ER). Dadurch wird bei der Einwärtstreibung des Steigbügels in das Fenster obere Rand der Fussplatte etwas mehr als der untere vorwärtsgeschoben.

Wenn die Gelenke des Hammers und Amboss in der dargestellten Weise 'ch Muskelwirkung gefestet sind, so kann man nach HELMHOLTZ das System · beiden Knöchelchen als einen einarmigen Hebel betrachten, dessen Hypo- chleon da liegt, wo die Spitze des kurzen Fortsatzes des Amboss sich nach sen hin gegen die Wand der Trommelhöhle anstemmt. Die Spitze des Ham- rhandgriffs stellt den Angriffspunkt der Kraft dar, die Spitze des langen Am- ısschenkels den Punkt, der auf die Last wirkt. Diese drei Punkte liegen in · That nahezu in einer geraden Linie. HELMHOLTZ bestimmte die ganze Länge ses Hebels zu $9^1/_2$ mm, den kürzeren Arm zwischen den beiden Spitzen des ıboss zu $6^1/_3$, so dass derselbe genau zwei Dritttheile des längeren beträgt. :aus folgt, dass bei gefestetem Hammerambossgelenk die Excursionen der itze des langen Ambossschenkels nur $^2/_3$ von der des Hammerstiels betragen ınen, die Grösse des Drucks aber, der auf den Steigbügel ausgeübt wird, ss $1^1/_2$ mal so gross sein als die Kraft, welche gegen die Spitze des langen ıbossschenkels wirkt. So lange die Gehörknöchelchen fest in einander greifen, ;chränkt sich die Verschiebung des Hammers und Steigbügels auf Ampli- len, die kleiner als 0,1 mm sind. Ohne den Amboss kann der Hammer etwa ıal grössere Excursionen ausführen. Der M. fixator bas. stap. kann, wie es ıeint, aktiv noch weiter die Beweglichkeit des Steigbügels herabsetzen.

POLITZER befestigte Glasfäden als Fühlhebel an die Gehörknöchelchen und bestimmte lurch die Drehungsaxen derselben. Das Trommelfell wurde durch Luftdruck vom Gehör- ıg aus in Bewegung gesetzt. Er fand, dass die Axe des Hammers durch die Wurzel des ›cessus folianus geht, die des Amboss durch die Spitze des kurzen Fortsatzes, beide Axen :n aber nicht fest, sondern beweglich. HELMHOLTZ' Versuche sind grossentheils nach Po- ZER's Methode angestellt.

Durch die Contraction des M. tensor tympani wird an sich schon der Steigbügel in das ıle Fenster tiefer eingetrieben, wodurch das Labyrinthwasser einen stärkeren Druck er- rt. POLITZER bewies das experimentell dadurch, dass er an einem frisch getödteten Hunde den halbcirkelförmigen Canal ein Manometer einsetzte, welches bei Reizung des N. trige- nus, von dem der Muskel versorgt wird, einen stärkeren Druck des Labyrinthwassers an- gte. HELMHOLTZ bemerkte bei anderweitig erzielter Bewegung der Gehörknöchelchen die- be Drucksteigerung nach der gleichen Methode. Durch den gesteigerten Druck im Laby- the werden Bewegungen seiner Flüssigkeit, respective der Membran des runden Fensters geringerem Grade möglich, eine bestimmte Intensität der Schallschwingungen bringt dann ıe schwächere Wellenbewegung in dem Labyrinthwasser hervor. Wir haben hier sonach ıen Dämpfungsapparat gegen stärkere Schallschwingungen, das Ohr wird während ner Einwirkung vorübergehend etwas schwerhöriger.

Das Trommelfell. Gespannte Membranen werden wie gespannte Saiten durch e Schallbewegungen der Luft im Allgemeinen dann in Mitbewegung versetzt, ›nn ihre Schwingungszahl, resp. ihr Eigenton mit der des erregenden Tones tweder übereinstimmt oder ein Vielfaches desselben ist. Das Trommelfell terscheidet sich von einfachen gespannten Membranen akustisch dadurch, dass

es innerhalb gewisser Grenzen von einfachen Tönen und Klängen beliebiger Höhe in Schwingungen versetzt werden kann, welche nach Schwingungszahl und Intensität dem erregenden Tone oder Klange entsprechen. Helmholtz hat die akustischen Eigenschaften einer wie das Trommelfell trichterförmig gekrümmten Membran mit gegen das Lumen des Trichters convexer Wand untersucht. Die Spannung des Trommelfells wird durch den Handgriff des Hammers, der es durch seine Befestigungsbänder und je nach der Spannung des Tensor tympani mehr oder weniger nach innen zieht, bedingt. Die convex gegen das Trichterlumen gekrümmte Form der Radialfasern des Trommelfells wird durch die Spannung seiner Ringfasern vermittelt. Die Schallerschütterung wirkt stets senkrecht gegen die Wölbung der Radialfasern, welche ziemlich flache Bogen bilden. Durch diese Anordnung entsteht, wie Helmholtz mathematisch nachweist, derselbe mechanische Effect, als wirke der Luftdruck am Ende eines sehr langen Hebelarms, während die Spitze des Hammerstiels das Ende eines sehr kurzen Hebelarms bildet. Eine im Verhältniss sehr grosse Verschiebung des Trommelfells in Richtung des auf sie wirkenden Luftdrucks bringt eine relativ kleine Verschiebung der Hammerspitze hervor, und es kann daher schon ein verhältnissmässig geringer Werth des Luftdrucks einer relativ grossen am Hammergriff wirkenden Kraft das Gleichgewicht halten oder eine solche ersetzen. Die Verschiebung des Trommelfells, namentlich seines centralen Abschnitts, ist wenigstens dreimal grösser als die dadurch veranlasste Bewegung der Spitze des Hammerstiels. Helmholtz hat an einem in der Form des Trommelfells getrockneten Stück Schweinsblase die akustischen Wirkungen einer ähnlich wie das Trommelfell gekrümmten Membran studirt. Er leitete ihr durch ein aufgesetztes Stäbchen die Schwingungen einer Saite zu. Er fand, dass die gekrümmte Membran trotz ihrer Kleinheit eine mächtige Resonanz zeigte, fast der einer Violine ähnlich, und zwar erstreckt sich diese Resonanz wie beim Trommelfell über einen sehr grossen Theil der Scala, und sie wird namentlich für hohe Töne in der Mitte der viergestrichenen Octave so mächtig, dass sie kaum zu ertragen ist. Umgekehrt konnte auch von der gekrümmten Membran aus die mit ihr verbundene Saite, wenn deren Eigenton angegeben wurde, leicht und stark in Mitschwingungen versetzt werden, so dass die Verhältnisse mit den am Trommelfell beobachteten gut übereinstimmen.

Nachschwingungen des Trommelfells werden durch die grossen Widerstände gegen seine Bewegung, die Verbindung mit den Gehörknöchelchen verhindert.

Das Trommelfell kann in seiner Spannung wechseln sowohl durch die Wirkung des M. tensor tympani als durch Veränderung des Luftdrucks in der Paukenhöhle.

Durch das Einwärtsziehen des Hammerstiels durch den M. tensor tympani wird die Spannung des Trommelfells gesteigert, dasselbe ist durch den gesteigerten Luftdruck der Fall, sowohl wenn wir durch die Eustachische Trompete Luft in die Trommelhöhle pressen, als wenn wir künstlich den Luftdruck auf die Aussenfläche des Trommelfells steigern, dadurch, dass wir durch Herausziehen von Luft aus der Paukenhöhle die Luft in derselben verdünnen, wodurch die Membran stärker nach innen gewölbt wird.

Eine stärkere Spannung des Trommelfells macht dieses im Allgemeinen weniger geschickt, in Schwingungen zu gerathen, sie ist daher ein Dämpfungsmittel für heftige Schallbewegungen (J. Müller). Gleichzeitig wird, wie man sich etwas uneigentlich auszudrücken pflegt, durch die stärkere Spannung das Trommelfell gewissermasson für hohe, durch Abspannung also mehr für tiefe Töne accommodirt. Schon bei gewöhnlicher Trommelfellspannung hören wir sehr tiefe Töne schwächer als hohe. Bei jeder stärkeren Spannung der Membran tritt stets die oben erwähnte allgemeine Schalldämpfung ein (was Schapringer auch für willkürliche Spannung des Tensor bestätigt). Die Dämpfung macht sich am auffallendsten für starke Schallschwingungen bemerklich, dagegen lassen schwache Töne aus den mittleren und höheren Lagen der Scala, und hierin liegt die angegebene Accommodation, eine weniger auffällige Schwächung erkennen, als die tieferen Töne, die man bei stärkerer Trommelfellspannung unter allen Umständen merklich geschwächt hört, während die höheren Töne nun relativ hervortreten. Helmholtz zeigte direct, dass bei Abspannung des Trommelfells auch die Intensität der Empfindung hoher Töne zunimmt, nicht nur die der tieferen. Dagegen sah C. J. Blake in zwei Fällen von willkürlicher Contraction des Tensor tympani die Grenze der wahrnehmbaren höchsten Töne während der Contraction um 1500—2500 Schwingungen in die Höhe gehen. Ob die Contraction des Tensor tympani und damit die Spannung des Trommelfells willkürlich oder reflektorisch vom Akustikus oder von den sensiblen Nerven des äusseren Gehörganges aus (Harless) verändert wird, ist noch Kontroverse, eine Accommodation der Trommelfellspannung beim Horchen auf höhere Töne wird von Mach und Kessel nach Versuchen am lebenden Ohr entschieden in Abrede gestellt. Einige können die Spannung des Tensor tympani sicher willkürlich erregen (J. Müller) (cf. unten).

Gegen die Helmholtz'sche Darstellung leitet auch A. Lucae aus seinen Versuchen ab, dass das Ohr in seinen beiden Binnenmuskeln einen wahren Accommodationsapparat besitze. Die Innervation des Tensor tympani bewirke Accommodation für die in der Musik gebräuchlichen Töne bis zu $c^6 = 9192$ Schwingungen; die Innervation des Stapedius dagegen für die höheren, in der Musik nicht verwendeten Töne. Wie man den Tensor tympani durch willkürliche Bewegung der Kaumuskeln, so kann man nach A. Lucae den Stapedius durch willkürliche Actionen des Orbicularis palpebrarum zu Mitbewegungen veranlassen. Durch die Innervation des Stapedius werden die höchsten nicht mehr musikalischen Töne verstärkt, welche durch die Innervation des Tensor abgeschwächt werden.

A. Lucae hat auch durch Versuche nachgewiesen, dass das Trommelfell die auftreffenden Schallschwingungen theilweise reflectirt. Je stärker die Trommelfellspannung ist, z. B. nach Anstellung des Valsalva'schen Versuchs, desto stärker ist die Reflexion der Schallwellen. Der bei stärkerer Trommelfellspannung eintretenden subjectiven Dämpfung des Tones, die wir oben beschrieben haben, entspricht objectiv eine stärkere Reflexion, d. h. von den auf die stärker gespannte Membran auftreffenden Schallwellen wird ein geringerer Theil aufgenommen, resp. durchgelassen, ein grösserer Theil wird zurückgeworfen. Mit zunehmender Spannung nähert sich bei allen Membranen die akustische Reflexionsfähigkeit mehr und mehr der an einer starren Fläche. Lucae nennt den zu seinen Untersuchungen benutzten, von Quincke angegebenen Apparat: Interferenz-Orthoskop. Der Ton einer Stimmgabel wird durch ein Kautschukrohr in das Ohr geleitet, während ein gabelig getheiltes Seitenrohr zu den Ohren der untersuchten Person führt. Der Untersucher vernimmt also directe und zugleich von dem untersuchten Trommelfell reflektirte Wellen; der Ton der Stimmgabel wird bei bestimmter

Länge des Seitenrohrs durch Interferenz beider Schallwellen um so mehr gedämpft, je stä die Reflexion ist.

Die oben erwähnte Schiefstellung des Trommelfells vergrössert die Oberfl und damit die Schwingungsfähigkeit der Membran, sie ermöglicht es auch, dass eine gros Zahl der von den Wänden des äusseren Gehörganges reflektirten Schallwellen auf die gesamm Trommelfellebene in senkrechter oder in nahezu senkrechter Richtung auftreffen.

Die Membran des runden und vielleicht auch die Bandverbindung des ova Fensters ist an sich schon geeignet, die Erschütterungen der Luft auf das Labyrinthwa zu übertragen. Daher kann das Gehör durch Luftleitung fortbestehen, freilich merklich g schwächt, wenn der Paukenhöhlenapparat beschädigt ist, z. B. das Trommelfell dur bohrt oder die Gelenkverbindung zwischen Amboss und Steigbügel zerrissen, oder wenn e Ankylose zwischen der Steigbügelplatte und dem ovalen Fenster krankhaft oder bei manch Thieren vielleicht normal (Gegenbaur) besteht. Weber-Liel hat bei dieser Luftleitung mittleren Ohr die Schwingungen der Membran des runden Fensters direct beobachtet.

Der Bau des Labyrinths und die akustischen Endapparate.

Das Labyrinth ist der innerste Abschnitt des Gehörorgans, in ihm finden si die Nervenendigungen des Akustikus. Das Labyrinth bildet eine Aushöhlung d Felsenbeins, seine Wände sind mit Ausnahme des ovalen und runden Fens knöchern. Der Verschluss des ovalen Fensters wurde oben besprochen. Die Mem bran des runden Fensters, die Membrana tympani secundaria, wird von der Schleim haut der Paukenhöhle und dem Periost der Schnecke gebildet und besteht d nach aus zwei Lagen, von denen die äussere, der Schleimhaut zugehörige, di stärkere ist.

In dem knöchernen Labyrinthe, mit seinem Vorhof, den halbzirkelförmi Canälen und der Schnecke finden sich ziemlich allseitig von der Perilymphe, das Labyrinthwasser, umspült die Gebilde des häutigen Labyrinths welche ebenfalls mit einer wässerigen, eiweisshaltigen Flüssigkeit, der Endo lymphe erfüllt sind. Sie schliessen sich zum grössten Theil in ihrer äusse Form ziemlich innig den Formen des knöchernen Labyrinthes an. Das häut Labyrinth, von dem man früher glaubte, dass es in der Perilymphe schwimmt, i (Rüdinger) mit dem Perioste, welches die inneren Wände des knöchernen Lab rinthes auskleidet, an einigen Stellen durch starke, Blutgefässe führende Binde gewebszüge: Ligamenta labyrinthi canaliculorum et sacculorum verbunden. D häutigen Bogengänge sind an das Periost durch eine bindegewebige Brücke b festigt.

Auf dem Querschnitt lässt die Wand des häutigen Labyrinths vier Gewe schichten unterscheiden. Zu äusserst ein Bindegewebsstratum, auf welchem e hyaline Tunica propria aufliegt, von welcher sich (Rüdinger) als normale Gebi papillenartige Vorsprünge erheben, die innerste Schicht bildet der Hauptmas nach in den Gängen ein einschichtiges Pflasterepithel, in den Säckchen sind d Zellen durchgehends etwas cylindrisch. Soweit aber die Verbreitungsbezirke d Gehörnerven im häutigen Labyrinthe reichen, findet sich konstant ein meist ge lich pigmentirtes, eigenartiges Epithel: Nervenepithel.

Das häutige Labyrinth zerfällt in zwei Hauptabschnitte; der eiförmigen Gru des knöchernen Labyrinths und seinen halbkreisförmigen Canälen, die fast[1], ein

Kreises umfassen, entspricht das eiförmige Säckchen, Utriculus vestibuli, mit den häutigen Bogengängen; letztere stehen mit dem eiförmigen Säckchen, der grössten Bildung des häutigen Labyrinths, in offener Verbindung, die Bogengänge besitzen der Ampullenöffnung der knöchernen Canäle entsprechende ampullenförmige Erweiterungen. Die häutigen Bogengänge zeigen nur etwa den dritten Theil des Durchmessers der knöchernen Gänge, deren ovales Lumen im langen Durchmesser 1,2—1,7, im kurzen 0,8—1 mm beträgt.

Das nahezu kugelige runde Säckchen, Sacculus rotundus, liegt in dem unteren und vorderen Theile des Vorhofs, dicht an dem Eingang der Vorhofstreppe. Es ist nach hinten und oben mit der Wand des ovalen Säckchens zu dem Septum verwachsen. Nach unten verlängert es sich zum Canalis reuniens (Hensen u. v. A.), einem engen Canal, der zur Vorhofstreppe hinzieht und sich hier rechtwinkelig mit dem häutigen Schneckengang, dem Ductus cochlearis, verbindet, und zwar unmittelbar nach innen von dem sogenannten blinden Anfang dieses Ganges, dem Vorhofsblindsack (cf. die Abbildung bei der vergleichenden Anatomie des Ohres). Durch den häutigen Aquaeductus vestibuli (Ductus endolymphaticus) sind die beiden Säckchen in Verbindung gesetzt, so dass demnach der ganze mit der Endolymphe gefüllte Hohlraum des häutigen Labyrinths in offener Verbindung steht, während Perilymphe und Endolymphe nirgends communiciren. Der häutige Aquaeductus theilt sich in der Nähe der Säckchen in zwei hohle Zweige, von denen der eine in das runde, der andere in das ovale Säckchen übergeht; nach hinten endigt er, nachdem er den knöchernen Aquaeductus vestibuli durchsetzt hat, in einer blasenartigen, flachgedrückten, blinden Erweiterung, welche, 1—2 cm breit, ausserhalb des Felsenbeins, diesem zum Theil direct anliegend, zum Theil mit der Dura mater innig vereinigt, gleichsam frei in der Schädelhöhle liegt (Böttcher, Hasse, Rüdinger u. A.). Der häutige Schneckengang, der um eine knöcherne Axe, den Modiolus, der Schnecke spiralig aufgewunden ist, endet nach oben blind in dem sogenannten Kuppelblindsack (Reichert). In den Canalis reuniens und in die beiden Blindsäcke des Schneckengangs treten keine Akustikusfasern ein, das Epithel ist kurzcylindrisch wie in den Säckchen. Die Perilymphe steht durch feine lymphatische Spalträume zwischen der knöchernen und häutigen Wand des Aquaeductus vestibuli mit den Lymphbahnen in der Schädelhöhle, zunächst mit dem epicerebralen Raum oder einem im Foramen jugulare gelegenen Lymphsack in Communication (Hasse u. A.).

Das häutige Labyrinth des Menschen und der Säugethiere besteht also im Wesentlichen aus den zwei verwachsenen, aber nur durch den häutigen Aquaeductus vestibuli mit einander offen communicirenden Säckchen; von dem eiförmigen Säckchen gehen die drei halbcirkelförmigen Canäle ab; mit dem runden Säckchen verbindet sich (durch den Canalis reuniens) der einfache und blind endigende, spiralförmig auf den Modiolus der knöchernen Schnecke aufgewundene, ebenfalls häutige Canalis cochlearis, der häutige Schneckengang.

Der Gehörnerv theilt sich im inneren Gehörgange (Meatus auditorius internus) in den Nervus vestibuli und den Nervus cochleae.

Der Nervus vestibuli verbreitet sich an das elliptische Säckchen und die Ampullen, ohne in die halbzirkelförmigen Canäle selbst einzudringen. In den Ampullen treten die Nerven je an einen durch Einstülpung und Verdickung der

Tunica propria der Ampullenwand erzeugten Wandvorsprung; Crista acustica (Steifensand, M. Schultze), um in ihm und seiner nächsten Umgebung in das Epithel einzudringen. Auch in den Säckchen findet sich je ein ähnlicher, aber etwas niedrigerer Vorsprung der Wand: Macula acustica, an der die Nerven endigen. An der Nervenausbreitung in beiden Säckchen findet sich ein dem freien Auge sichtbarer weisser Fleck, der durch eine schleimig-häutige Masse an der Innenwand festgehalten wird; er besteht aus doppelt zugespitzten sechsseitigen Säulchen von kohlensaurem Kalk, die als Gehörsand oder Gehörsteinchen beschrieben werden (Fig. 233). Auch in der Endolymphe der Bogengänge und der Schneckengänge kommen nach Hyrtl solche Otolithen vor.

Die Akustikusfasern treten, wie es durch M. Schultze erwiesen scheint (Reich, M. Schultze, Kölliker, Rüdinger u. A.), in das Epithel ein und endigen in Zellen, die oben je mit einem feinen, borstenförmigen Fortsatz, dem Hörstäbchen, besetzt sind. Das Epithel an den nerventragenden Stellen besteht aus einem mehrschichtigen Cylinderepithel, zwischen welches sich die in die Hörstäbchen ausgehenden Zellen einschieben. Die Cylinderzellen, Stützzellen, lassen als Zwischenräume und feine Canäle zwischen sich, in welche die Haarzellen oder Stäbchenzellen eingelagert sind, welche als Endorgane des Akustikus gelten. Ihre Gestalt ist nach übereinstimmenden Beobachtungen spindelförmig, nach unten zeigen sie einen langen, sich als feinste Nervenfaser charakterisirenden Ausläufer, nach oben tragen sie einen stäbchenförmigen elastischen Fortsatz, das Hörstäbchen oder Hörhaar. Die an die Stäbchenzellen herantretenden feinsten Nervenfasern (Axencylinder) scheinen sich nach Rüdinger's Beobachtung (cf. dessen Figur 234) durch die Zelle fortzusetzen und sich mit dem Hörstäbchen direct zu verbinden. In den mittleren Theilen des Nervenepithels überwiegen die Stäbchenzellen an Zahl die Cylinderzellen.

Fig. 233.



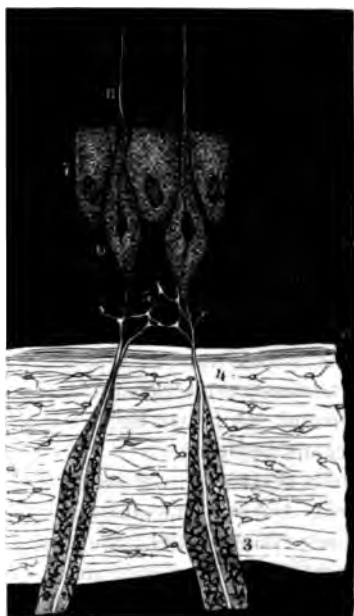
Otolithen, bestehend aus kohlensaurem Kalk (nach Funke).

Nach M. Schultze sind die in bestimmten Abständen von einander stehenden Hörstäbchen starre, beim Rochen im Durchschnitt etwa 0,04''' lange Fasern, welche mit einer breiteren Basis an das Nervenepithel grenzen und sonst vollkommen von der Endolymphe umspült werden. U. Pritchard hat diese Angaben wesentlich erweitert. Er benennt die von allen Beobachtern übereinstimmend beschriebenen, Hörstäbchen tragenden Zellen als Dornzellen und unterscheidet sie von einer zweiten, bisher verkannten, Hörstäbchen tragenden Zellenform: den Borstenzellen (den fadenförmigen Zellen Max Schultze's und Ebner's, den isolirten Zellen Hasse's, den dreieckigen Zellen Rüdinger's), an denen bisher noch Niemand Hörstäbchen nachgewiesen hatte. Die Borstenzellen besitzen einen pyramidalen Körper mit ovalem Kern, die breiten Borsten dieser Pyramiden bilden in ihrer Gesammtheit die Oberfläche des Epithels. Von der breiten Oberfläche einer jeden dieser Zellen entspringt scharf abgesetzt (und nicht wie bei den Dornzellen allmählig sich ausziehend) ein einzelnes Borsten-

ɜn. Beide Zellenarten besitzen je einen central gerichteten Fortsatz, r in einer spindelartigen Anschwellung einen zweiten Kern enthält. [örepithel ist von einer dicken Cuticularmembran be-, welche die Hörzellen in ihrer Lage fixirt und nur von örstäbchen beider Zellenarten durchsetzt wird, sie ist ana- Membrana reticularis des Corti'schen Organs und nach Pritchard zu benennen. Gegen das Centrum jeder Macula acustica stehen Borsten ırnen paarweise neben einander, die Borstenzellen sind hier auf ihre n Abschnitte reducirt.

e knöcherne Schnecke des Labyrinths erhält den Namen nach ihrer ɔhkeit mit einem Schneckengehäuse (Fig. 235). Der Innenraum wird

Fig. 234.



ɛr Nervenendigung. 1 Knorpel der Ampul- 2 Structurloser Basalsaum. 3 Doppeltcon- ervenfaser. 4 Axencylinder durch den Ba- etend. 5 Netzförmige Verbindung der feinen ern mit Kernen durchsetzt. 6 Spindelzellen ɪnd dem dunklen Faden im Innern. 7 Stützzellen. 8 Hörhaar.

Fig. 235.



Senkrechter Durchschnitt durch die Schnecke eines älteren Kalbsembryo, deren Gehäuse mit Ausnahme einer kleinen knorpeligen Stelle schon verknöchert war, während die Spindel und Spirallamelle noch häutig waren. In allen Windungen ist der Canalis cochlearis sichtbar, dessen Höhe 0,250''', die Breite 0,266''' betrug, wobei zu bemerken, dass die scheinbar grössere Breite derselben in der Kuppel daher rührt, dass der Schnitt hier seitlich neben dem Spindelblatte vorbeiging. Im Canalis cochlearis sind die Habenula sulcata und die zwei Epithelialwülste auf der Membrana basilaris sichtbar. Vergröss. 6 mal. Breite der Schnecke an der Basis 3²/₃''', Höhe derselben 2¹/₃'''.

durch das an die Spindel, Modiolus, befestigte Spiralblatt (Lamina spiralis ossea) in zwei Höhlungen, Treppen getheilt, von denen die der Basis nähere untere an dem runden Fenster beginnt (sie ist durch die Mem- er runden Fenster, die Membrana tympani secundaria, von der Pauken- ;etrennt) und darum den Namen Scala tympani erhält, während die , die obere: Scala vestibuli, welche von der Basis der Schnecke weiter t ist, mit dem Recessus hemisphaericus des Vorhofs in Verbindung steht. nina spiralis ossea reicht nicht von der Spindel bis zur gegenüberstehen- ɜnd, sie setzt sich an die letztere durch eine Hautlamelle (cf. S. 925),

die Lamina spiralis membranacea. an. In der Schneckenkuppel communiciren die beiden Treppen mit einander durch eine feine Oeffnung, das Helikotrema. Ausser diesen beiden Treppen enthält der mit dem Labyrinthwasser erfüllte Schneckencanal noch einen mittleren engen, mit Endolymphe gefüllten Raum, den häutigen Schneckencanal, den der Entdecker desselben, Reissner, als Canalis cochlearis beschreibt. Dieses Organ ist das wichtigste in der gesammten Schnecke. Der Schneckencanal wird nach innen und oben durch eine von der Lamina spiralis membranacea sich in die Scala vestibuli hinein erhebende Membran, die sich an der Wand ansetzt, die Reissner'sche Haut, abgegrenzt. Er stellt demnach einen dreieckigen Raum auf dem Durchschnitt dar, welcher als Basis die Lamina spiralis membranacea s. Membrana basilaris, als die innere Seite die Reissner'sche Haut, als äussere Seite die der Knochenwand der Schnecke anliegende Haut besitzt (Fig. 235). Nach der oben gegebenen Darstellung des häutigen Labyrinths ist der häutige Canalis cochlearis um den Modiolus der Schnecke, an die Lamina spiralis ossea angelegt, spiralig gewunden, woraus die eben besprochenen Verhältnisse sich erklären.

Die fibröse Grundlage der Lamina spiralis membranacea s. Membrana basilaris im mittleren Schneckengange zeigt sich in ihrer ganzen Ausdehnung radial gefasert. Sie trägt in einem eigenthümlich umgewandelten Epithel die Endorgane der Schneckennerven, nach ihrem Entdecker werden diese Endorgane Corti'sches Organ genannt. Parallel mit der Lamina spiralis membranacea dicht über ihr ist, von der Reissner'schen Haut entspringend, eine feine, zum Corti'schen Organ zu rechnende Membran ausgespannt, die Deckhaut, Membrana tectoria. Sie trennt (unvollkommen ?) den häutigen Schneckencanal in zwei sehr ungleiche Abtheilungen, zwischen ihr und der Reissner'schen Haut ist ein verhältnissmässig weiter Raum, zwischen ihr und der Lamina spiralis membranacea bleibt nur ein feiner Spalt, in welchem sich die übrigen Gebilde des Corti'schen Organs befinden.

Das Epithel des häutigen Schneckencanals zeigt auch, abgesehen von dem Corti'schen Organe, einige Verschiedenheiten. Auf der Reissner'schen Haut besteht es aus einer Lage ziemlich grosser flacher Pflasterzellen, die übrigen Partien des Canals zeigen kleinere und dickere Elemente gegen das Corti'sche Organ hin, die endlich in ansehnlich verlängerte, cylindrische Formen übergehen.

Nach der Darstellung Waldeyer's, der wir uns hier vorzüglich anschliessen, stellt den Mittelpunkt des Epithels der Membrana basilaris das Corti'sche Organ dar. Als die centrale Stütze des Corti'schen Organs selbst, um welches sich dasselbe in seitlicher Symmetrie gruppirt, dienen die Corti'schen Bogen oder Stäbchen. Die letzteren überwölben die Basilarmembran und bestehen aus den inneren und äusseren Pfeilern. An die massiveren inneren Pfeiler, die Stege, schliesst sich die Reihe der inneren Haarzellen und die Körnerschicht an, von hier an dacht sich, indem die anstossenden Epithelzellen an Höhe abnehmen, das Organ nach innen zu ab. Auf der äusseren Seite des Organs findet sich ebenfalls eine der Gestalt der Bogen entsprechende Abdachung. An die äusseren dünneren und schlankeren Pfeiler, die Saiten, schliessen sich zunächst die Reihen der äusseren Haarzellen und an diese die cylindrischen Stützzellen Hensen's an. Epithelzellen, welche mit wachsen-

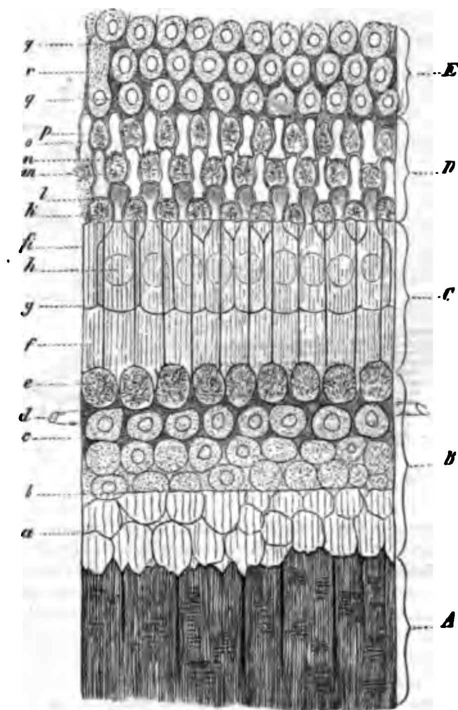
nung von den Bogen an Höhe mehr und mehr abnehmen (Fig. 236

Die Stäbchenzellen, die »Haarzellen« der Autoren, sind die akustischen Apparate.

re« sind kurze, starre, oben abgerundete Stäbglasartiger Durchsichtigrstäbe, sie stehen in ›kreisförmigen Reihe auf ıoberfläche (Landowsky). ›n angegebenen Elemen-·gans kommen noch zwei ›se cuticuläre Bildungen, ·ana tectoria und die Laularis.

Corti'schen Pfeiler ervon der Seite gesehen, S-förmig gekrümmt. Sie sich mit einer unteren ung, dem Fuss von der basilaris, verschmälern zu dem stäbchenförmigen s Pfeilers, welcher nach ler zu dem Kopfe, den len Corti's, anschwillt, an noch plattenförmige Anke, die Kopfplatten, zeihe wesentlich zur Lamina gehören: Die Kopfplatte seren Pfeilers entspringt ı langen Stiele von der äusseren oberen Randes n eine ruderförmige Ver-;, die erste Phalange der eticularis, über. Jeder iler hat zwei Kopfplatten, uirlich in einander überkleinere innere erscheint ·ite ziemlich hakenförmig ., die äussere ist die gedirecte, plattenförmige ıg des Körpers. Die äusinneren Pfeiler berühren den Köpfen und haften Viniwarter hier fest zu-Sie bilden je zwei eine ı oder Steg; indem sie se dicht neben einander

Fig. 236.



Corti'sches Organ vom Hunde, vestibuläre Flächenansicht. 700/1. Reissner'sche Membran, sowie Membrana tectoria entfernt. *A* Crista spiralis, zum Theil wegen der schwärzlich durchschimmernden Nervenfasern (Ueberosmiumsäure) dunkel gefärbt. *B* Epithel des Sulcus spiralis internus. *C* Pfeilerköpfe. *D* Lamina reticularis. *E* Aeusseres Epithel der Membrana basilaris. — *a* Zellen des Sulcus spiralis, welche unter den Gehörzähuen hindurchschimmern. *b* Aeussere Grenzlinie der Gehörzähne (letztere wegen der tieferen Fokaleinstellung kaum wahrnohmbar). *c* Cuticulares Maschenwerk zwischen den inneren Epithelzellen. *d* Stelle des Vas spirale. *e* Innere Haarzellen. *f* Köpfe der inneren Pfeiler. *fi* Kopfplatten der inneren Pfeiler. Die neben einander liegenden Kopfplatten bilden bei hoher Fokaleinstellung ein helles cuticulares Dach über den Köpfen der äusseren Pfeiler, das sich von den inneren bis zu den äusseren Haarzellen erstreckt. *g* Grenzsaumlinie der äusseren Pfeiler gegen die inneren. *h* Köpfe der äusseren Pfeiler durch die Kopfplatten der inneren Pfeiler durchschimmernd. Jeder Kopf zeigt als hellen Kreis den durchschimmernden optischen Querschnitt der äusseren Pfeilerkörper. *l* Phalangenförmige Kopfplatte der äusseren Pfeiler (erste Phalange). *k* Erste Ringe mit den Haarschöpfen der ersten äusseren Haarzellen. *m* u *o* Zweite und dritte Ringe und Haarbüschel. *n* u. *p* Zweite und dritte Phalangen. *r* Stützzelle (Hensen). *q* Cuticulares Maschenwerk zwischen den Epithelzellen (Schlussrahmen Deiters').

stehen, entsteht ein aus den Bogen gebildetes Gewölbe, Tunnel. Der Kop inneren Pfeiler ist zu einer Art Gelenkgrube ausgehöhlt, in welche die Ge köpfe der äusseren Fasern eingepasst sind (Fig. 237). Dabei deckt die platte des inneren Pfeilers den Kopf und die Kopfplatte der äusseren hi

Fig. 237.



Senkrechter Durchschnitt des CORTI'schen Organes vom Hunde. $^{800}/_1$. — a-b Homogene Schicht der Me basilaris. u Vestibulare Schicht derselben, den Streifen der Zona pectinata entsprechend. v Tympanale mit Kernen, granulirtem Zellenprotoplasma und querdurchschnittenen Bindegewebsfibrillen dazwischen. tympanicum der Crista spiralis. a_1 Fortsetzung des tympanalen Periostes der Lam. spiralis ossea. Anfangstheil der Membrana basilaris unmittelbar nach aussen von der Durchtrittsstelle der Nerven spirale. e Blutgefäss. f Nervenbündel. g Epithel des Sulcus spiralis int. (nicht gut erhalten). i Inner k Deren basaler Fortsatz. Um den letzteren, oberhalb der Durchtrittsstelle der Nerven, einzelne Ker feinkörnige Masse, in welche die Nervenfasern einstrahlen (Körnerschicht). l Innerer Theil der Kopf inneren Pfeilers und Haare der inneren Haarzelle. m Verbundene Kopfstücke beider Pfeiler; der Körper her gehörigen äusseren Pfeilers in der Mitte durchschnitten; dahinter treten Körper und Fuss Pfeilers hervor. n Fuss mit kernhaltigem Protoplasmareste des inneren Pfeilers. p, q, r Drei äussere (Härchen nur in Spuren erhalten); nur die erste ist vollständig; von den beiden anderen sieht man nur theile. t Basaltheile zweier anderer Haarzellen. z HENSEN'sche Stützzelle. l-l_1 Lamina reticularis. faden, der sich an die erste Haarzelle p begibt und sich unter dem Bogen durch bis zur Eintrittsstelle der verfolgen lässt.

deren längeres phalangenförmiges Ende. Die inneren Pfeiler sind zahlrei als die äusseren, sie verhalten sich der Zahl nach zu einander etwa wie 3 z der Kopf jedes äusseren Pfeilers ruht daher immer mindestens an zwei inne eine seitliche Verschiebung der Köpfe an einander wird durch seitliche Aus lungen an den inneren Köpfen unmöglich gemacht. Jeder Pfeiler zeigt am F einen Kern mit umgebendem Protoplasma, und zwar eingeklemmt in dem spit Winkel, welchen im Innern des Tunnels der Pfeiler mit der Membrana basila macht. Auch an den Köpfen der Pfeiler finden sich nach WALDEYER Protoplasm reste, und zwar bei den beiden Pfeilern an der Aussenseite. Die beiden Pro plasmamassen sollen die Reste zweier Zellen sein, aus deren Verschmelzu sich die Pfeiler bildeten.

Die Masse des Pfeilers selbst scheint zu den Cuticularbildungen zu gehöre Der Canal mit dreiseitiger Lichtung, welchen die Pfeiler in ihrer Vereinigu überbrücken, umläuft die ganze Länge der Lamina spiralis bis fast an das End

des Hamulus, im Allgemeinen nehmen nach HENSEN die Grösse der Pfeiler und die Höhe und Spannweite des Bogens nach dem Hamulus hin zu, dagegen nimmt nach WALDEYER die Grösse des Ductus cochlearis selbst, in der Richtung nach der Schneckenkuppel, stetig in mässigem Grade ab.

Auf der inneren Abdachung des CORTI'schen Bogens steht die einfache Reihe der inneren Haar- oder Stäbchenzellen. Ihre Gestalt ist kurz kegelförmig mit starkem Kern, nach unten geht jede in einen langen Fortsatz über, der sich in die oben erwähnte, aus kleinen Zellen bestehende Schicht, die Körnerschicht (Fig. 237), einsenkt. Das obere Ende der Stäbchenzellen wird von den Anhangsplatten der nächststehenden Pfeilerköpfe umschlossen und trägt auf einem Cuticulardeckel einen dichten Büschel stäbchenförmiger Fortsätze. An die Stäbchenzellen schliessen sich Reihen cylindrischer Epithelzellen an, die über der Körnerschicht stehen. Auf der äusseren Abdachung der CORTI'schen Bogen stehen nach GOTTSTEIN's Darstellung die äusseren Haar- oder Stäbchenzellen, CORTI'sche Zellen, in drei oder vier Parallelreihen hinter einander, die Zellen jeder dieser Reihen alterniren mit grosser Regelmässigkeit mit den Zellen der unmittelbar nebenstehenden Reihe. Auf jeden äusseren Pfeiler trifft in jeder Reihe eine Stäbchenzelle. Die Hörstäbchen bilden einen dichten Büschel auf der oberen Endfläche der Zelle wie bei den inneren Stäbchenzellen. Jede Zelle besitzt zwei Kerne, der obere ist kleiner, der untere liegt nahe am unteren Zellenende. In der Nähe des unteren Kernes treten aus jeder Zelle zwei Fortsätze ab; der längere und stärkere ist der gestreckt verlaufende Basalfortsatz, der sich mit einer kleinen dreieckigen Anschwellung an die Basilarmembran befestigt; der zweite, der Phalangenfortsatz, ist schmäler und gekrümmt, er verschmilzt mit einer der zunächst nach aussen und zur Seite liegenden Phalangen der Lamina reticularis. Oefters sieht man noch kurze Fädchen: Nervenfortsätze, an den Zellen anhängen. Der Basalfortsatz läuft am Zellkörper gerade in die Höhe und theilt sich in zwei Arme, welche den oberen Kern wie eine Zange umklammern: Kernzange.

Die äusseren Haar- oder Stäbchenzellen erweisen sich bei näherer Untersuchung als aus zwei mit einander verbundenen Zellen bestehend. Jede Stäbchenzelle geht wahrscheinlich aus der Theilung einer Cylinderzelle hervor. Die Stäbchenzellen des Menschen sind sehr gross, die Stäbchen lang und gross, borstenähnlich. Während bei den meisten Säugethieren sich nur drei Reihen von Stäbchenzellen finden, hat der Mensch vier oder sogar vielleicht fünf Reihen.

KÖLLIKER entdeckte auf der Oberfläche des CORTI'schen Organs die Lamina reticularis, eine zierliche cuticulare Deckplatte, welche vorzüglich Rahmen und Stützen für die Stäbchenzellen abgibt. Die Netzlamelle setzt sich aus einer Anzahl ringförmiger und fingerphalangenähnlicher Rahmen: Ringe und Phalangen (DEITERS), zusammen. Der Zahl nach entsprechen diese den Stäbchenzellen. Auf der inneren Seite der CORTI'schen Bogen findet man daher nur eine vollkommen entwickelte Reihe von Ringen und Phalangen, aus den Ringen ragen die Hörstäbchen der inneren Stäbchenzellen hervor, nach aussen findet man, der Zahl der äusseren Stäbchenzellenreihen entsprechend, mehrere Reihen von Phalangen und Ringen. Nach aussen vom CORTI'schen Organe gehen die Gebilde der Lamina reticularis in ein die Fläche des nächstgelegenen Epithels deckendes unregelmässigeres Maschenwerk über, welches zum Theil die DEITERS-

schen Schlussrahmen darstellt. Wie die obige Abbildung (Fig. 236) lehrt, stehen Ringe und Phalangen regelmässig alternirend, jede Phalange ist von vier Ringen umgeben e. v. v. Die erste Reihe der äusseren Ringe liegt am äusseren Ende der Kopfplatten der inneren Pfeiler, welche nach dem Gesagten über die Köpfe der äusseren Pfeiler herüberlaufen, zwischen die Ringe schieben sich hier die phalangenförmigen Endstücke der äusseren Kopfplatten ein. Jeder Ring ist ausgefüllt mit dem Basalsaum einer zugehörigen Stäbchenzelle, deren Hörstäbchen über den Ring hervorragen, die phalangenförmigen Rahmen sind mit einer zarten Membran verschlossen.

Die äusseren Stäbchenzellen sind mittelst ihrer beiden Fortsätze und ihrer oberen Endplatte zwischen der Lamina reticularis und der Basilarmembran gleichsam ausgespannt. Diese Zellen und die Corti'schen Pfeiler finden sich nur in der Schnecke des Menschen und der Säugethiere.

Die schon oben erwähnte Deckmembran des Corti'schen Organes, die Membrana tectoria oder Corti'sche Membran, beginnt an der Ansatzlinie der Reissner'schen Haut auf der Crista spiralis, nimmt allmälig an Stärke bedeutend zu und endet mit einem freien (?), allmälig wieder zart werdenden Rande in der Gegend der äusseren Stäbchenzellen, indem sie überall der Oberfläche des Corti'schen Organes dicht aufliegt (Hensen, Gottstein, Waldeyer), ihre Consistenz ist weich, nahezu gallertig, der Hauptmasse nach erscheint sie in radialer Richtung feinfaserig.

Waldeyer findet in dem anscheinend so sehr complicirten Bau des Corti'schen Organes einen einfachen Bauplan. Mehrere Reihen von Cylinderzellen (Doppelzellen) sind in regelmässiger Anordnung auf einer breiten Zone des Spiralblattes hinter einander aufgestellt und zwischen zwei membranösen (cuticularen) Begrenzungen, der Lamina reticularis oben und der streifigen Schicht der Membrana basilaris unten, festgehalten. Je zwei dieser cylindrischen Doppelzellen, die Corti'schen Pfeiler, sind zum grössten Theil ebenfalls cuticular umgewandelt, zur Herstellung eines festen tragenden Bogens (Waldeyer) für das Ganze. Abweichend von diesem allgemeinen Plane sind die inneren Stäbchenzellen keine Doppelzellen und entsprechen auch ebenso wie die inneren Pfeiler an Zahl nicht den analogen äusseren Bildungen. Die inneren Pfeiler, welche sich sowohl nach aussen als nach innen an der Bildung der Lamina reticularis betheiligen, erscheinen als der Mittelpunkt des ganzen Organs.

Die Art der Verknüpfung der Akustikusfasern mit den Bestandtheilen des Corti'schen Organs wurde neuerdings wenigstens zum Theil aufgehellt.

Man war bisher vorzüglich geneigt, die Corti'schen Pfeiler als die Endorgane des Schneckennerven anzusprechen. Die neuen Untersuchungen, welche uns mit den Stäbchenzellen des Corti'schen Organes noch näher bekannt gemacht haben, weisen nun aber darauf hin, dass entweder die Stäbchenzellen allein oder mit und neben den Corti'schen Pfeilern die akustischen Endorgane darstellen. Dass die Hörstäbchen allein zur Perception sehr verschiedenartiger Tonempfindungen hinreichen, scheint mit Sicherheit aus der schon oben angeführten Beobachtung hervorzugehen, dass in dem Labyrinthe von Thieren, welche eine hohe musikalische Ausbildung des Gehörs erkennen lassen, in dem der Vögel, keine anderen Akustikusendapparate sich finden als Stäbchenzellen. Hasse hat als erste sichere Beobachtung einer Nervenendigung in der Schnecke

i Vögeln und Fröschen den unmittelbaren Uebergang je einer ungetheilten ırklos gewordenen Nervenfaser des Akustikus in den basilaren Fortsatz der äbchenzellen nachgewiesen. Den Zusammenhang der Stäbchenzellen, akuischen Zellen, mit Nervenfasern hat nun LANDOWSKY auf das Sicherste nstatirt.

Der N. acusticus entspringt mit zwei Wurzeln aus der Medulla oblonta. Die eine kommt aus kleinen Ganglienkörperchen am Boden der Rautenube: centraler Akustikuskern (STIEDA). Die zweite Wurzel entspringt mit hr dicken Fasern aus einem grosszelligen Ganglienkern im Crus cerebelli ad edullam oblongatam: lateraler Akustikuskern (STIEDA), und besitzt bald nach rem Austritt aus der Medulla ein kleines Ganglion. Die Wurzeln vereinigen ch bald zu einem gemeinsamen Stamm, dessen Primitivfasern, denen die HWANN'sche Scheide zu fehlen scheint, sich nicht selten verästeln und theilen ZERMAK). Im Porus auditorius zerfällt der Stamm in seine beiden Hauptäste: amus vestibularis und Ramus cochlearis. Der erstere zeigt hier ein kleines anglion und spaltet sich in die Rami ampullares, utricularis und in den Ramus cculi. Der Ramus cochlearis ist der stärkere, er sendet zum Septum utriculi sacculi ein kleines Bündel und tritt dann durch den Tractus spiralis foramilentus zur ersten Windung der Lamina spiralis, sowie in die Spindel ein, on welcher aus er sich zu den übrigen Windungen des Spiralblattes begibt. or ihrem Eintritt in die Lamina spiralis durchsetzen sämmtliche Nervenzweige as Ganglion spirale, im Canalis ganglionaris am Anfange der Lamina spiralis elegen. Hier scheint jede Nervenfaser durch eine bipolare Ganglienzelle durchtreten, solche Zellen kommen auch im Hauptstamm und im Ramus vestiburis zahlreich vor (WALDEYER). Jenseits des Ganglion breiten sich die nach nen stark markhaltigen Fasern unter Anastomosen- und Plexusbildung flächenaft unter der oberen und unteren Lamelle der Lamina spiralis ossea aus, pitzen sich an der Grenze der Membrana basilaris rasch zu und treten durch eine Canäle der letzteren, indem sie den grössten Theil ihrer Markscheide vereren, in den Ductus cochlearis ein.

Auch nach diesem Durchtritt ist die Richtung der Fasern eine radiale, man nterscheidet stärkere innere und feine äussere radiäre Nervenendaden. Beide durchsetzen zunächst die Körnerschicht. Die inneren Radiärasern, welche als Fibrillenbündel (Axencylinder) erscheinen, treten direct urch die Körnerschicht hindurch und gehen auch bei den Säugethieren ohne weiteres in das spitze Ende der inneren Haar- oder Stäbchenzellen über (WALDEYER), wie es HASSE an den Stäbchenzellen der Vögel und Frösche beobachtet at. Die äusseren Radiärfasern treten nach GOTTSTEIN zwischen je zwei inneren feilern in den CORTI'schen Tunnel hinein und durchsetzen denselben ungefähr n der Mitte der Pfeilerhöhe, so dass sie von der Seite an ausgespannte Harfenaiten erinnern, ebenso treten sie zwischen den äusseren Pfeilern wieder aus nd verschmelzen mit den äusseren Haar- oder Stäbchenzellen der innersten eihe, vielleicht auch mit denen der weiteren Reihen. Die äusseren Radiärasern erscheinen als feinste, leicht varikös anschwellende Nervenfibrillen wie ie von M. SCHULTZE in der Retina beschriebenen. M. SCHULTZE entdeckte noch piralig verlaufende Faserzüge, welche auch von DEITERS, KÖLLIKER, NSEN u. A. für nervöser Natur gehalten werden. Nach M. SCHULTZE verbinden

sich diese Fasern mit den Kernen (Protoplasmaresten, Zellen) an den Füssen der inneren Pfeiler und mit den Zellen, die an der Spitze der Bogen liegen. Vorher treten sie mit einer Schicht grosskerniger zarter Zellen im Sulcus spiralis internus in Beziehung, in analoger Weise wie die Fasern in den Körnerschichten (namentlich in den inneren, WALDEYER) der Retina, sie scheinen diese Zellen, welche darnach als bipolare Ganglienzellen aufzufassen sind, zu durchsetzen. Von anderer Seite, auch von WALDEYER, wird die nervöse Natur der Spiralfasern angezweifelt.

Gang der Schallwellen im Labyrinth und Erregung der akustischen Endorgane.

Wird durch eine z. B. durch Schallwellen erzeugte Steigerung des Luftdrucks im äusseren Gehörgange das Trommelfell nach einwärts getrieben, so werden dadurch auch die Gehörknöchelchen nach innen gedrängt und die Fussplatte des Steigbügels wird tiefer in das ovale Fenster eingedrückt. Das nicht zusammendrückbare, übrigens rings von knöchernen Wänden umgebene Labyrinthwasser kann nur nach einer Seite hin dem Steigbügeldrucke ausweichen, nämlich gegen das runde Fenster mit seiner elastischen Membran (E. WEBER). Dahin steht dem Labyrinthwasser entweder der Weg durch das Helikotrema, die enge Oeffnung in der Spitze der Schnecke, offen, oder es muss, da die Zeit zu einer solchen Bewegung bei den Schallschwingungen wahrscheinlich nicht hinreicht, die membranöse Scheidewand der Schnecke gegen die Paukentreppe hindrängen. Bei Luftverdünnung im Gehörgange wird das Umgekehrte eintreten (HELMHOLTZ).

Auf diese Weise werden die Schallschwingungen der im äusseren Gehörgange befindlichen Luft auf die Membranen des Labyrinths, namentlich auf die Schneckenmembran und die in den Membranen endigenden Nerven übertragen.

Die Nervenenden sind nach dem oben Gesagten mit sehr vielen, kleinen elastischen Anhängen verbunden, deren Bestimmung es scheint, **durch ihre Schwingungen die mit ihnen in Verbindung stehenden Nerven mechanisch durch Erschütterung in Erregung zu versetzen** (HELMHOLTZ).

Als diese schwingenden elastischen Anhänge der Gehörnervenfasern werden in den Ampullen und Säckchen die Hörstäbchen, in der Schnecke die analogen Stäbchen der Haar- oder Stäbchenzellen des CORTI'schen Organes, nach HELMHOLTZ's älterer Ansicht auch die CORTI'schen Pfeiler, namentlich die Saiten angesprochen.

Die ganze Anordnung des CORTI'schen Organs spricht dafür, dass dasselbe ein Apparat sei, geeignet, die Schwingungen der Grundmembran, Membrana basilaris, aufzunehmen und selbst in Schwingungen zu gerathen. Wird durch den eindrängenden Steigbügel der Druck auf das Labyrinthwasser vermehrt, so muss die Grundmembran nach unten weichen, die äusseren Pfeiler werden dadurch stärker gespannt und, in Folge der Befestigungsweise der Pfeiler, die entsprechende Stelle der inneren Pfeiler entsprechend nach unten gebogen. HELMHOLTZ scheint es wahrscheinlich, dass die inneren Pfeiler eine Art elastischen Steg darstellen, zwischen dessen Kante und der Mitte der Grundmembran die äusseren Pfeiler wie Saiten befestigt sind und wie solche schwingen.

wenn ihr anderes Ende an der Membran erschüttert wird. Eine Saite geräth in starke Schwingungen, wenn ihr eines Ende wie in unserem Falle mit einem schwingenden Körper, z. B. einer Stimmgabel oder einer Membran verbunden ist, am stärksten werden ihre Schwingungen, wenn sie unisono mit dem Ton gestimmt ist, der ihr zugeleitet wird. Ueber die Lage der Enden der Nervenfasern zu den Corti'schen Pfeilern steht wenigstens so viel fest, dass jene durch ihre Erschütterung der Pfeiler jedenfalls direct mit erschüttert werden müssen. Aus den Erscheinungen der Dämpfung der Schwingungen im Ohr geht direct hervor (Helmholtz), dass es verschiedene Theile des Ohres sein müssen, welche durch verschieden hohe Töne in Schwingungen versetzt werden und diese Töne empfinden. Aber allerdings ist bisher noch nicht mit aller Sicherheit erwiesen, welche Theile im inneren Ohr es sind, die bei den einzelnen Tönen mitschwingen. In neuerer Zeit war Helmholtz geneigt, den radialen Fasern der Membrana basilaris (cf. oben) eine hervorragende akustische Rolle beizulegen. Indem er annahm, dass ihre Spannung senkrecht auf die Faserrichtung verschwindend sei, im Verhältniss zu der Spannung in radialer Richtung, erschienen ihm die Fasern als ein System neben einander liegender gespannter Saiten. Da diese Fasern eine sehr regelmässige Verschiedenheit in ihrer Länge und vielleicht auch in ihrer Spannung erkennen lassen, so scheint es sicher, dass sie, respective die einzelnen radialen Zonen der Membran, zunächst in Mitschwingungen versetzt werden, und dadurch die unmittelbar darüber liegenden Theile, die eigentlichen Endorgane des Akustikus, mechanisch erregen.

Man hat auch den Hörsteinchen die Function des Mitschwingens zugeschrieben, doch scheinen sie, in einer schleimigen Flüssigkeit suspendirt, dazu wenig befähigt. Die Hörstäbchen scheinen vorzüglich dazu gut geeignet, einzelnen Stössen nachzugeben und diese auf die Nerven zu übertragen, da Körperchen von so geringer Masse in ihrer Bewegung nicht lange beharren können. Zur Ausführung selbständiger musikalischer Schwingungen von der Dauer, wie sie im Gehörorgane vorkommen, scheinen nach Helmholtz' älterer Annahme die Corti'schen Fasern am ehesten geeignet. Elastische Gebilde, deren Schwingungen sehr rasch gedämpft werden, werden durch kurz vorübergehende Stösse und Strömungen des Labyrinthwassers verhältnissmässig stärker afficirt werden als durch musikalische Töne, sie werden also namentlich der Wahrnehmung solcher schneller unregelmässiger Erschütterungen, wie sie die Empfindung der Geräusche bedingt, dienen können. Dagegen werden Körper, welche länger nachzuschwingen vermögen, durch einen musikalischen Ton von entsprechender Höhe stärker erregt als von einzelnen Stössen, da hier eine Summirung der an sich kleinen Anstösse eintreten kann. Helmholtz vermuthete daher, dass die Nervenausbreitung im Vorhof und in den Ampullen mit den Hörstäbchen für die Wahrnehmung der Geräusche, die Corti'schen Pfeiler für die Wahrnehmung der musikalischen Töne dienen. Er nahm weiter an, dass die Stimmung der Pfeiler wie die von Saiten verschieden sei und einer regelmässigen Stufenfolge durch die musikalische Scala hindurch entspreche. Kölliker zählt etwa 3000 Corti'sche Pfeiler in der Menschenschnecke. Rechnen wir 200 auf die ausserhalb der in der Musik gebrauchten Grenzen liegenden Töne, deren Tonhöhe nur unvollkommen aufgefasst wird, so bleiben 2800 für die sieben Octaven der musikalischen Instrumente, d. h. 400 für jede Octave,

$33\frac{1}{3}$ für jeden halben Ton, jedenfalls genug, um die Unterscheidung kleinerer Theile eines halben Tons, so weit eine solche möglich ist, zu erklären. Geübte Musiker können nach E. H. Weber's Beobachtungen noch einen Unterschied der Tonhöhe wahrnehmen, welcher dem Schwingungsverhältniss 1000 zu 1001 entspricht, etwa $\frac{1}{64}$ eines halben Tones, also einer etwa doppelt so kleinen Grösse als der Anzahl der Corti'schen Pfeiler entsprechen würde. Diese Möglichkeit erklärt sich daraus (Helmholtz), dass, wenn ein Ton angegeben wird, dessen Höhe zwischen der von zwei benachbarten Pfeilern liegt, so wird er beide in Mitschwingungen versetzen, diejenige aber stärker, deren eigenem Ton er näher liegt, was eine specifische Empfindung hervorrufen kann. Nehmen wir den neueren Anschauungen nach die ausserordentlich viel zahlreicheren Hörstäbchen als die im Ohre akustisch mitschwingenden Organe an, so bedarf es dieser doch etwas gekünstelten Erklärung nicht.

Wenn im Allgemeinen ein einfacher Ton dem Ohr zugeleitet wird, so werden diejenigen mitschwingenden Theile, die ihm ganz oder nahezu gleichstimmig sind, stark erregt, alle anderen schwach oder gar nicht. Jeder einfache Ton wird also nur durch gewisse Nervenfasern empfunden, Töne von verschiedener Höhe erregen verschiedene Nervenfasern.

Wird ein zusammengesetzer Klang dem Ohre zugeleitet, so wird derselbe in vollkommen gleicher Weise, wie wir seine complicirte Schwingung durch Resonatoren in die einzelnen sie componirenden pendelartigen Schwingungen verschiedener Tonhöhe, den harmonischen Obertönen entsprechend, zerlegen können, auch von den mitschwingenden Theilen in unserem Ohre in seine einzelnen einfachen Theiltöne getrennt. Dasselbe erfolgt bei einem Accord. Es werden durch den Klang oder durch den Accord alle diejenigen elastischen Gebilde des inneren Ohres erregt, deren Tonhöhe, für welche sie abgestimmt sind, den verschiedenen in der Klangmasse enthaltenen einzelnen Tönen entspricht. Die ursprünglich einfache periodische Bewegung der Luft, der Klang, wird dadurch in eine Summe verschiedener pendelartiger Bewegungen der akustischen Endapparate zerlegt, wodurch die an sich einfache Luftschwingung des Klangs als eine Summe verschiedener Empfindungen erscheint, aus welcher man bei gehörig gerichteter Aufmerksamkeit alle die einzelnen Empfindungen der einzelnen einfachen Töne einzeln wahrzunehmen vermag. Durch die Hypothese von Helmholtz werden also die Phänomene des Hörens auf solche des Mitschwingens zurückgeführt. Die Hypothese steht mit der Theorie der specifischen Energien in vollkommenstem Einklang. Die Empfindung verschiedener Tonhöhen ist hiernach also eine Empfindung in verschiedenen Nervenfasern. Die Empfindung der Klangfarbe beruht darauf, dass ein Klang ausser den seinem Grundton entsprechenden akustischen Endapparaten noch eine Anzahl anderer in Bewegung setzt, also in mehreren verschiedenen Gruppen von Nervenfasern Empfindung erregt. Die Empfindung der Geräusche wird durch plötzliche, meist plötzlich gedämpfte Bewegungen vielleicht specifischer akustischer Endapparate hervorgerufen. Die Stärke der Schallempfindung ist in gewissen Grenzen der Bewegungsstärke der im inneren Ohr mitschwingenden Apparate direct proportional.

Der Hauptgrund, warum man in der neueren Zeit geneigt ist, an der Helmholtz'schen Theorie über die musikalische Function der Corti'schen Stäbchen

zu zweifeln, ist, wie wir schon oben andeuteten, ein vergleichend-anatomischer: den Vögeln fehlt, obwohl sie entschieden musikalisch sind und sogar Melodien pfeifen lernen, ein eigentliches CORTI'sches Organ (cfr. unten: zur vergleichenden Anatomie).

Akustische Eigenschaften der Hörstäbchen. — Je nach ihrer grösseren oder geringeren Masse müssen die Hörstäbchen eine geringere oder stärkere Dämpfung zeigen. Die Beobachtungen HENSEN's an den Gehörorganen der Crustaceen haben direct nachgewiesen, dass auch die starren Hörhaare, welche hier die wahren Hörstäbchen ersetzen, fähig sind, durch Töne in Mitschwingungen versetzt zu werden. Es scheinen diese Beobachtungen zugleich ein directer Beweis der HELMHOLTZ'schen Theorie, dass der Vorgang des Hörens auf dem Phänomen der Mitschwingung specifischer akustischer Endapparate beruhe.

Die Crustaceen haben theils geschlossene, theils nach aussen offene Otolithensäckchen, in denen Hörsteinchen in einer wässerigen Feuchtigkeit getragen von steifen Härchen schweben, welche mit ihren Enden den Steinchen anhaften und zum Theil eine nach der Grösse geordnete Reihenfolge, von grösseren und dickeren zu kürzeren und feineren übergehend, erkennen lassen. Auch an der Körperoberfläche, an den Antennen und am Schwanze bei Mysis finden sich nach HENSEN solche Hörhaare, welche von demselben Nervenstamme wie die Gehörbläschen ihre Nerven erhalten und nach Exstirpation der letzteren die Fähigkeit des Hörens fort erhalten. Durch einen dem Trommelfell und den Gehörknöchelchen nachgebildeten Apparat leitete HENSEN den Schall eines Klapphorns in das Wasser, in welchem er unter dem Mikroskop eine Mysis beobachtete. Es ergab sich, dass durch gewisse Töne des Horns einzelne ihrer äusseren Hörhaare in starke Vibration versetzt wurden, durch andere Töne andere Hörhaare. Jedes Hörhaar antwortete auf mehrere Noten des Horns.

Durch die Entdeckung des LEYDIG'schen sechsten Sinnes (cf. unten) wird der Zweifel berechtigt, ob die HENSEN'schen Hörhaare an der Körperoberfläche der Mysis nicht vielmehr diesem sechsten, dem Hörsinn nächst verwandten Sinne, dienen.

Dämpfung der Schwingungen im inneren Ohr. — Die Dämpfung ist in dem inneren Ohr eine sehr vollkommene; es können (HELMHOLTZ), wenigstens in dem grössten Theile der Scala, noch Triller von je 10 Schlägen in der Secunde scharf und klar aufgefasst werden; von A abwärts in der grossen und Contraoctave klingen sie aber schlecht, rauh, ihre Töne fangen an sich zu vermischen. Diese Erscheinung lehrt, dass die Dämpfung der schwingenden Theile für tiefe Töne im Ohr nicht genügend stark und schnell ist, um einen so raschen Wechsel von Tönen ungestört zu Stande kommen zu lassen, dass wir also hier an der Grenze der Wirksamkeit der Dämpfungsmechanismen stehen. Im Ganzen können wir mit HELMHOLTZ annehmen, dass die mitschwingenden Theile etwa den Grad der Dämpfung zeigen, dass die Intensität des ausklingenden Tons nach $\frac{1}{5}$ Secunde mindestens auf $\frac{1}{10}$ vermindert ist.

Die Dämpfungseinrichtungen bestehen theils in der geringen Masse der mitschwingenden Theile selbst, zum Theil scheinen auch noch specifische Dämpfer zu existiren. WALDEYER spricht die Membrana tectoria und die Otolithen als solche an. Die in eine schleimige Masse eingelagerten Otolithen vergleicht er mit einem »Sandsack«, der nicht dazu angethan sein könne, in regelmässige Schwingungen zu gerathen, sondern viel eher im Stande sei, die Schwingungen anderer Körper, mit denen er in Berührung komme, zu dämpfen. Die von ihm behauptete schleimige Konsistenz der Membrana tectoria, ihre vollkommen freie Lage, wie ein Gallertschleier gerade auf dem Haarzellen tragenden Theil des CORTI'schen Organs, scheinen WALDEYER, der, wie Andere, nur die Haar- oder Stäbchenzellen als akustische Endapparate gelten lassen will, auch für ihre Wirkung als Dämpfer zu sprechen. HELMHOLTZ fasst dagegen die Otolithen als mitschwingende Theile auf, dasselbe thut HASSE in Beziehung auf die Membrana tectoria, ihre Schwingungen würden nach ihm zunächst auf die Stäbchen der akustischen Zellen übertragen, diese Membran sei also im Verein mit den Otolithen die wesentlichste, empfindungerregende Einrichtung im inneren Ohre.

Hörkraft in verschiedenen Lebensaltern. — Nach C. J. Blake nimmt die mit dem zunehmenden Alter ab. Kinder von 12—13 Jahren hörten einen Ton vo Schwingungen auf 34 Fuss Entfernung; von 18—20 nur auf 13—16 Fuss, auf 34 Fuss bis zu 18432 Schwingungen; von 28—30 Jahren wurden in 34 Fuss Entfernung nur zu 16384 Schwingungen gehört. Bei Leuten über 50 Jahren war die Hörweite noch und schwankte ungemein. In neuerer Zeit hat man das Telephon zur Bestimmung d kraft und Hörschärfe verwendet.

Die halbzirkelförmigen Canäle. — Auch die halbzirkelförmigen Canäle Dämpfungsapparate der Wellenbewegungen des Labyrinthwassers angesprochen worde Malini ist ihre Zusammenordnung der Art, dass die gleichzeitig und gleichartig in be nungen eines jeden Canals eintretenden Schallwellen sich in der Mitte begegnen müssen diese Begegnung gleichartiger Wellen wird ihre Bewegung vernichtet.

Während das Gehör nach Zerstörung der Schnecke vollkommen vernichtet ist, dasselbe bestehen nach Zerstörung der häutigen Bogengänge, dagegen treten dann n Beobachtungen von Flourens, Brown-Séquard, Goltz, E. Cyon, J. Breuer u. A. Stör des Gleichgewichts des Körpers ein. Hat man an einer Taube den horizontalen gang einer- oder besser beiderseits durchschnitten, so macht sie dauernd, oft Mona abwechselnde Bewegungen des Kopfes und Körpers von rechts nach links und um nach der Durchschneidung des senkrechten Bogengangs macht sie pendelartige Bew mit dem Kopfe in vertikaler Richtung. Gleichzeitig ist das Flugvermögen verschwund grössere Partien der Bogengänge zerstört, auch das Vermögen zu stehen. An Frösch Goltz nach der Durchschneidung beider Hörnerven die Fähigkeit, das Gleichgewich halten, verloren, die Bewegungen unbeholfen, Brown-Séquard sah Reitbahnbew (Zwangsbewegungen) eintreten. Nach der Hypothese von Goltz dient der Akustik blos dem Gehörsinn, sondern vermittelt auch das Gleichgewicht, die Bogengänge Art Sinnesorgan für das Gleichgewicht des Kopfes und Körpers. Dass bei Erkrankungen des Gehörorgans Schwindel: »Gehörschwindel«, im Gegensat Gesichtsschwindel«, sich einstellt, ist bekannt. Böttcher konnte jedoch all die Durchschneidung der Bogengänge u. a. angegebenen Erfolge auf gleichzeitig Operation, namentlich durch Zerren eingetretene tiefere Gehirnverletzungen zurü die Störungen des Gleichgewichtssinnes können verschwinden, trotz der bestehen bl Trennung oder Zerstörung der Bogengänge.

Analog dem blinden Fleck des Auges wollte man taube Punkte im Ohr auf haben. E. Berthold bewies, dass es sich bei den betreffenden Wahrnehmungen nur Interferenz der Schallwellen, d. h. um eine Eigenschaft der Stimmgabel, nicht de handelt.

Räumliche Schallwahrnehmungen.

In Beziehung auf die räumliche Wahrnehmung über den Ort, die Ri und Entfernung des das Sinnesorgan erregenden Körpers, steht das Oh Auge weit nach. Im Allgemeinen sind wir gewöhnt, die Schalleindr welche durch Vermittelung von Luft bei offenem Gehörgang auf das Tro fell treffen, nach aussen zu verlegen, während wir geneigt sind, Eindr welche nur durch die Knochenleitung dem Gehörnerven zugeleitet we als im Organismus selbst entstanden aufzufassen.

Die Richtung des Schalles. Wir hören einen Schall dann am lichsten, wenn seine Schallwellen in der geradlinigen Verlängerung des äus Gehörganges rechtwinkelig auf das äussere Ohr auftreffen, in diese Linie legen wir die Richtung des schallgebenden Körpers nach aussen. Um die

ung des Schalls zu bestimmen, benutzen wir normal die gleichzeitigen Schalleindrücke auf beide Ohren. Die Intensität des Schalleindruckes in beiden Ohren ist gleich, wenn der Schall von einem Punkte der nach rückwärts oder vorwärts verlängerten Medianebene des Körpers herkommt, weil in diesem Falle die Schallwellenzüge in beide Ohren gleichmässig eindringen. Nach dem Bau unserer Ohrmuschel, welche von vorne kommende Schallwellen in grösserer Breite auffangen und in den äusseren Gehörgang reflektiren kann, wird ein in dieser Richtung auftreffender Schall stärker empfunden als ein von hinten kommender. Es wird dadurch unter gewissen Umständen ein Urtheil über die Richtung, ob von vorne oder von hinten der Schall herkommt, möglich. Kommt der Schall von Punkten, welche seitlich von der verlängerten Medianebene des Körpers liegen, so wird ein Gehörorgan stärker als das andere getroffen werden. Bei gleichmässiger Erregung beider Ohren pflegen wir die äussere Schallwelle in die verlängerte Medianebene des Körpers zu verlegen; wird ein Ohr stärker als das andere erregt, so verlegen wir den Ort der Schallquelle auf Seite des stärker erregten Ohres. Zur feineren Bestimmung der Richtung bedienen wir uns dann zunächst nur eines Ohres, wir suchen durch Drehungen des Körpers und Kopfes die Stellung des Ohres auf, bei welcher wir den Schall am intensivsten hören, und verlegen dann in die oben angegebene Linie die Schallrichtung. Wir glauben dann den Schall beim Lauschen nur mit dem der Schallquelle entgegen gewendeten Ohre zu hören. Das zweite Ohr ist dabei aber keineswegs wirklich ausgeschlossen, es tritt eine Schwächung der Wahrnehmung ein, wenn das abgewendete Ohr verstopft wird.

E. Weber fand, dass man unter Wasser getaucht, so lange der Gehörgang mit Luft gefüllt ist, den Schall als etwas Aeusseres hört und unterscheiden kann, ob er von rechts oder links kommt; hat man den Gehörgang mit Wasser gefüllt, so scheint der Schall, wie bei reiner Knochenleitung, als im Kopfe selbst entstanden. Es scheint mehr als ungewiss, ob bei der Bestimmung der Schallrichtung mittelst eines Ohres die Vorsprünge der Ohrmuschel irgend einen Dienst leisten.

Die Entfernung des Schalls beurtheilen wir aus der Intensität der Schallempfindung. Die Schallintensität wird schwächer mit der Entfernung der Schallquelle und zwar bekanntlich im Quadrate der Entfernung, so dass bei 2-, 3-, 4facher Entfernung die Schallintensität 4, 9, 16mal schwächer wird. Aus Erfahrung kennen wir annähernd die Intensität der verschiedenen Schalle und deren Abnahme mit der Entfernung und bilden uns daraus ein Urtheil über die Entfernung der Schallquelle. Da die Intensität jedes Schalls aus sehr verschiedenen Ursachen, abgesehen von der Entfernung, schwanken kann, so sind wir bei diesen Beurtheilungsversuchen der Entfernung der Schallquelle den gröbsten Täuschungen ausgesetzt, worauf die bekannten akustischen Täuschungen im Theater und bei sogenannten Bauchrednern stammen. Ein schwaches, in nächster Nähe erregtes Geräusch kann uns, wenn wir fälschlich seine Quelle in die Entfernung verlegen, laut erscheinen.

Die einer bestimmten Entfernung entsprechende Schallintensität beurtheilen wir in jeden Einzelfall, wie oben gesagt, nach unseren Erfahrungen über die relative Intensität des bestimmten Schalles. Das leise Summen der Biene oder einer Mücke verlegen wir daher nicht, der geringen absoluten Intensität entsprechend, in weite Ferne. Verwechseln wir aber die

Ursache der Geräusche, so kann uns ein schwaches, von schwacher Intensität, als aus weiter Entfernung kommend erscheinen. Bekannt sind die Täuschungen über das Arterienklopfen im oder in der Nähe des Ohrs, das man mit fernem Dreschen verwechselt, eine Verwechselung, die auch umgekehrt eintritt.

Das Hören mit beiden Ohren scheint nicht die Eigenthümlichkeiten des Sehens mit beiden Augen zu theilen, welche wir aus den identischen Punkten der beiden Netzhäute haben hervorgehen sehen. Identische akustische Endapparate im Sinne jener Identität der Netzhautelemente, so dass durch eine gleichzeitige Erregung der identischen Endapparate in beiden Gehörorganen nur ein einfacher Sinneseindruck hervorgerufen wird, scheinen nicht zu existiren, wenigstens ist ihre Existenz noch unbewiesen. Einen einzigen Ton, der die gleichstimmigen Akustikusenden in beiden Ohren erregt, hören wir zwar mit beiden Ohren nur einfach, wir sind aber im Stande, zwei qualitativ gleiche Gehörseindrücke von verschiedener Intensität auf je ein Ohr einwirkend gesondert zu empfinden. Auch das Hören desselben Tones mit beiden Ohren charakterisirt sich nach den Beobachtungen Fessel's und Fechner's nicht immer als eine einfache Empfindung, da bei einer Anzahl von Personen schon normal, besonders ausgesprochen aber bei krankhaften Zuständen (v. Wittich), das eine Ohr denselben Ton höher empfindet als das andere.

Das Hören mit beiden Ohren ermöglicht, wie wir oben sahen, eine gegenseitige Unterstützung der Gehörorgane vor Allem zur Bestimmung der Richtung der Schallquelle. Einseitige Fehler werden dadurch ausgeglichen. Auch aus E. H. Weber's Beobachtungen ergibt sich, dass die Fähigkeit der Verschmelzung der Empfindung beider Ohren ihre Grenzen habe. Hört man auf zwei Uhren von etwas verschieden schnellem Gange nur mit e i n e m Ohre, so unterscheidet man die Perioden, in welchem das Ticken beider Uhren zusammentrifft, als einen sich regelmässig wiederholenden Rhythmus. Hält man die beiden Uhren vor je ein Ohr, so fehlt die Empfindung des Rhythmus, und man unterscheidet nur die verschiedene Geschwindigkeit des Ganges.

Um beide Ohren gleichzeitig durch denselben Ton, aber in verschiedener Intensität zu erregen, hält man nach Dove vor die Ohren zwei genau gleichgestimmte tönende Stimmgabeln. Dreht man die eine Stimmgabel um ihre Axe, so dass ihr Ton abwechselnd verschwindet und wieder ansteigt, viermal während einer Umdrehung, so scheinen beide Stimmgabeln abwechselnd zu tönen, wir hören die feststehende nur dann, wenn die gedrehte nicht gehört wird. Die Erklärung liegt darin, dass die Erregbarkeit des Gehörorganes während des Tönens abnimmt (E r m ü d u n g), bei dem beständig gereizten Ohre natürlich mehr als bei dem, dessen Stimmgabel gedreht wird; ein Ton wird bei gleich starker Erregung nur mit dem stärker erregbaren Ohre wahrgenommen. Man empfindet also gegen die Analogie mit dem Sehorgane entweder die Erregung zweier gleichstimmiger Akustikusenden in beiden Ohren gesondert oder verlegt wenigstens die Empfindung der Erregung auf die stärker erregte Seite.

Halten wir uns eine tönende Stimmgabel an den Kopf, so verlegen wir den Ton derselben nach aussen, da neben der Knochenleitung der Ton auch durch die Luft unserem Trommelfelle zugeführt wird. Der Ton erscheint stärker und ausschliesslich im Kopfe selbst entstanden, wenn wir beide Ohren verstopfen. Verschliesst man nur ein Ohr, so hört man auf diesem den Ton verstärkt oder sogar ausschliesslich. Politzer hält diese Tonverstärkung für objectiv, da nach dem Verstopfen die Schallwellen nicht mehr durch den äusseren Gehörgang abfliessen können und die in letzterem eingeschlossene Luft durch Resonanz den Ton verstärkt. Auch die eigene Stimme hören wir bei verstopften Ohren im Kopf selbst.

Entotische und subjective Schallwahrnehmungen.

Entotische Wahrnehmungen. — Es kommen objective Schallwahrnehmungen vor, deren Ursache jedoch im Ohre selbst gelegen ist. Schon oben wurde das k n a c k e n d e G e r ä u s c h im Ohre bei Spannung des Trommelfells und bei kräftiger Anspannung der Kaumus-

A. Fick erwähnt. Es wird von Einigen als Muskelgeräusch, von der Contraction des [illegible] tympani veranlasst, betrachtet. Andere leiten es von der [illegible] Anspannung des [illegible] her. Nach [illegible] und [illegible] ist das Knacken nicht mit einer durch das [illegible] nachweisbaren Einziehung des Trommelfells verbunden; sie leiten es von einer [illegible] Oeffnung der Tuba Eustachii ab. Helmholtz führt ein Geräusch von dem [illegible] Klirren im Ohre auf das Anschlagen der [illegible] des Hammer[illegible] [illegible]. Die Arterien des Ohres und auch fernere Arterien [illegible] bringen [illegible] des [illegible] hervor, welche als rhythmisches Klopfen empfunden werden, [illegible] deutlich, wenn man mit dem Ohr auf einem harten Körper liegt. Ist der äussere [illegible] künstlich oder durch einen [illegible] oder die [illegible] durch Verschluss der Tuba Eustachii verstopft, so bringen diese Erschütterungen durch die Resonanz [illegible] geschlossenen Luftmengen brausende Geräusche: Ohrensausen hervor; diese [illegible] stärker, wenn man einen dem Gehörgang aufgesetzten hohlen Körper, z. B. Röhre [illegible] etc., die abgeschlossene Luft mitschwingt. Setzt man Röhren von bestimmter Länge [illegible] Ohr, so nimmt man den ihrer Resonanz entsprechenden Ton verstärkt aus dem [illegible] Schallgeräusche wahr [illegible].

Subjective Gehörsempfindungen. — Die Gehörnerven können ausser durch [illegible] auch noch durch einige andere Momente erregt werden; doch sind diese [illegible] bei dem [illegible] weniger festgestellt. [illegible] Schalles [illegible] haben wir schon oben bei der Frage nach der [illegible] im inneren Ohre besprochen [illegible] eine [illegible] von Tönen eine Messung derselben zu [illegible]. Während des [illegible] ist, wie es scheint, die Empfindlichkeit [illegible] subjectiven Ton [illegible] es [illegible] eine Ermüdung des [illegible]. Zu den subjectiven Empfindungen rechnet man das [illegible] ist als eine bestimmte, gewöhnlich sehr hohe Tonempfindung erscheint. Es [illegible] [illegible] der [illegible] im [illegible] und inneren Ohr ein, nach [illegible] dem [illegible] von [illegible] bei grosser körperlicher Ermattung, z. B. im Beginn [illegible] nach [illegible] Vergiftungen nach [illegible]. Die [illegible] ist [illegible] Grund für die [illegible] nur ein ganz [illegible]. Es scheint sich dabei um eine [illegible] hervorgerufene Erregung eines oder mehrerer bestimmter [illegible] handeln zu können, da man dann bei dem subjectiven Hören [illegible] gegen die entsprechenden objectiven Töne [illegible] [illegible] und [illegible] Gehörsempfindungen werden [illegible] [illegible] nach aussen verlegt, doch können sie bei [illegible] der [illegible] auch [illegible] zu [illegible] geben.

[illegible] Zeit wird wieder vielfach behauptet, dass auch durch [illegible] [illegible] Gehörsempfindungen hervorgerufen werden können [illegible].

Zur Entwickelungsgeschichte des Ohres.

[illegible] Stadien der Entwickelung des Ohres [illegible].

[illegible] Theil des inneren Ohres, das häutige Labyrinth, die [illegible] Canäle und der eigentliche Schneckencanal [illegible] im ersten [illegible] nach aussen an der Körperoberfläche sich öffnendes [illegible] Bläschen [illegible] [illegible] mit Flüssigkeit gefüllten [illegible] dann [illegible] mit den bläschenförmigen [illegible] [illegible] der [illegible] Zeit. Der [illegible] [illegible] nach ab [illegible] an den [illegible] des [illegible] und tritt erst in der Folge [illegible] mit dem [illegible] als nur der dritten Hirnblase, dem [illegible], in Verbindung. Von [illegible] werden durch [illegible] die [illegible] und [illegible] auch die [illegible]

Umhüllungen des Labyrinths geliefert; das mittlere und äussere Ohr mit den Gehörknöchelchen und dem Trommelfell entstehen aus Theilen der **Kiemenbogen** und der ersten **Kiemenspalte** (S. 52, Fig. 49, 239).

Aeusseres und mittleres Ohr. — Der knorpelige Theil des ersten Kiemenbogens bildet Hammer und Amboss und den sogenannten Meckel'schen Fortsatz (Fig. 238). Hammer und Amboss sind im Anfang knorpelig, im 4. Monat beginnen sie vom Periost aus zu verknöchern (H. Müller), beim Neugeborenen sind sie innen noch knorpelig. Der Meckel'sche Fortsatz erhält sich unverknöchert bis zum 8. Monat, von da an schwindet er bis auf den langen Hammerfortsatz. Der **Steigbügel** geht aus dem Anfangsstück des **zweiten** Kiemenbogens hervor. Der Steigbügel ist zunächst ein undurchbohrtes, stabförmiges Gebilde, wie bleibend bei vielen Thieren, erst später entsteht in dem noch knorpeligen Steigbügel durch Resorption ein Loch, woraus sich dann seine eigenthümliche Form weiter entwickelt. Während des Fötallebens sind die Gehörknöchelchen in ein **Gallertgewebe** eingelagert, das erst mit dem Eintritt der geathmeten Luft in die Tuba und Paukenhöhle in eine Schleimhaut umgewandelt wird. Dasselbe Gallertgewebe, welches die Paukenhöhle erfüllt, verschliesst im Fötalleben auch die Tuba. Das **Trommelfell** ist beim Embryo dicker, besonders sein Cutisüberzug, seine Stellung ist nahezu horizontal. Der knöcherne Gehörgang entsteht aus dem knöchernen **Annulus tympanicus**, der erst nach der Geburt mit dem Felsenbeine verwächst (Fig. 238).

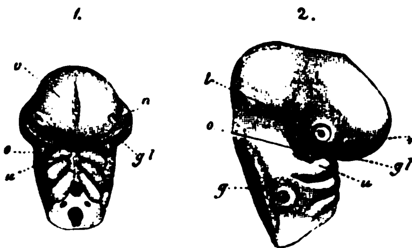
Labyrinth. — Beim Hühnchen entstehen in der zweiten Hälfte des zweiten Brüttages an beiden Kopfseiten, etwa in der Nachhirnmitte, in der Gegend der Urwirbelplatten (also eigentlich dem Rücken entsprechend) die oben erwähnten beiden seichten

Fig. 238.



Kopf und Hals eines menschlichen Embryo aus dem 5. Monate (von circa 18 Wochen) vergrössert. Der Unterkiefer ist etwas nach oben gezogen, um den Meckel'schen Knorpel zu zeigen, der zum Hammer führt. Aussen an demselben liegt der Nervus mylohyoides, innen davon der Querschnitt des Pterygoideus internus und der M. mylohyoideus. Das Trommelfell ist entfernt und der Annulus tympanicus sichtbar, der mit seinem breiten vorderen Ende den Meckel'schen Knorpel deckt und dicht hinter sich den Eingang in die Tuba Eustachii zeigt. Ausserdem sieht man Amboss und Steigbügel sammt dem Promontorium, dahinter die knorpelige Pars mastoidea mit dem Proc. mastoideus und dem langen gebogenen Pr. styloideus, zwischen beiden das Foramen stylomastoideum; ferner den M. styloglossus, darunter das Lig. stylohyoideum zum Cornu minus ossis hyoidei, dessen Cornu majus auch deutlich ist, und den abgeschnittenen M. stylohyoideus. Am Halse sind blossgelegt der N. hypoglossus, die Carotis, der Vagus, einige Muskeln und der Kehlkopf zum Theil.

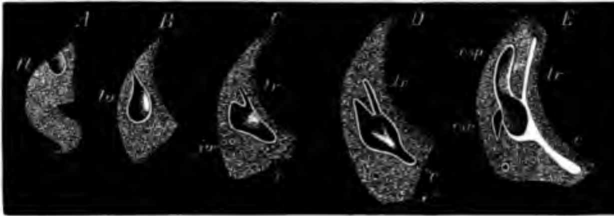
Fig. 239.



Kopf eines Hühnerembryo vom dritten Tage, vergr., Chromsäurepräparat. 1. von vorn, 2. von der Seite. *n* Geruchsgrübchen, *l* Linse mit einer runden Oeffnung, durch die ihre Höhle nach aussen mündet, *gl* Augenspalte, die mit der Bildung des Glaskörpers zusammenhängt. *o* Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens, *u* Unterkieferfortsatz desselben, *g* Gehörbläschen durch eine runde Oeffnung nach aussen mündend. Ausserdem sind noch der zweite und dritte Kiemenbogen und in der Fig. 1 auch die Mundspalte sichtbar.

hen, deren Mündung am Ende des zweiten Tages schon ziemlich eng erscheint und sich
itten Tage schliesst. Es entsteht dadurch ein Bläschen: Gehör- oder Labyrinth-
:hen. Ebenso ist die Bildung des Gehörbläschens bei Fischen. Aus den Beobachtungen
FF's geht hervor, dass auch bei den Säugethieren die Bildung in dieser Weise erfolgt.
RATHKE und REISSNER wird das Labyrinthbläschen durch Wachsthum seiner epithelialen
ran zunächst birnförmig und scheidet sich in einen oberen länglichen, der Verschluss-
des Bläschens zugerichteten Anhang (Recessus labyrinthi, REISSNER) und einen unteren
chen Abschnitt, die Anlage des Vorhofs. Bald bildet sich an dem letzteren, der sich
em rundlich-eckigen Säckchen ausbuchtet, ein zweiter Anhang nach vorn und unten
, die Anlage der Schnecke. An der Vorhofsanlage entstehen rundliche, dann in die
sich ziehende Aussackungen, die später in ihren mittleren Theilen zu je einem, zuerst
, kreisförmigen Canal verwachsen (Fig. 240). Das runde Säckchen bildet sich wahr-
lich durch eine analoge Abschnürung aus der allgemeinen Vorhofsanlage. In derselben
, wie das auch vom äusseren Keimblatt sich abschnürende Medullarrohr, erhält auch
byrinthblase vom mittleren Keimblatt eine bindegewebige und gefässhaltige Hülle und
ussere festere, knorpelige, später verknöchernde Kapsel. Der mit dem äusseren Laby-
asser erfüllte Raum enthält zuerst Gallertgewebe.
ie Schnecke, d. h. der eigentliche Schneckencanal, erscheint (KÖLLIKER) in der ersten
als eine längliche Ausbuchtung der primitiven Labyrinthblase. In seiner noch weichen
llung wächst der Schneckencanal, Ductus cochlearis, in die Länge und krümmt sich
nach innen, bis er horizontal in der Schädelbasis liegt. Seine Form ist dann ziemlich
so, wie sich der Schneckencanal bei den Vögeln und bei den niedersten Säugern

Fig. 240.



telung des Labyrinthes beim Hühnchen. Senkrechte Querschnitte der Schädelanlage. *A* Labyrinthgrube. rinthbläschen. *c* Anlage der Schnecke. *lr* Recessus labyrinthi. *csp* Hinterer Bogengang. *cse* Aeusserer Bogengang. *jv* Jugularvene.

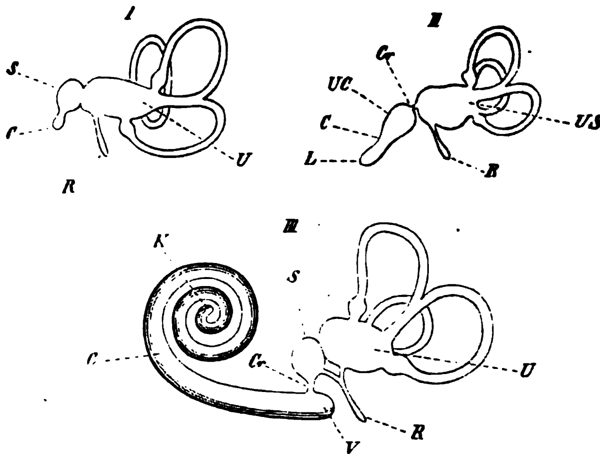
na, Ornithorhynchus) findet. Bei dem Menschen und den übrigen Säugern wächst das
u der bekannten Spiralkrümmung aus. Die umgebende Schädelwand wuchert mit und
eine Kapsel um das Schneckenrohr dar. In der achten Woche hat der menschliche
ckencanal schon eine ganze Windung, in der zwölften Woche ist er vollkommen aus-
et. Die CORTI'sche Membran ist eine Cuticularbildung. Die Verknöcherung der Laby-
apsel beginnt etwa im sechsten Monat, Modiolus und Lamina spiralis sind zu der Zeit
ganz häutig (KÖLLIKER).

Zur vergleichenden Anatomie des Ohres.

äutiges Labyrinth der Wirbelthiere (WALDEYER). — Das eirunde Säckchen mit
lbkreisförmigen Canälen zeigt sich schon bei der Mehrzahl der Fische in vollkom-
Entwickelung. Eine wesentliche Ausbildung des runden Säckchens und des Schnecken-
findet sich erst bei den höheren Wirbelthieren. Bei den Knochenfischen findet
e erste Andeutung eines Schneckencanals, Ductus cochlearis. Es ist das die kleine von

Breschet Cysticula benannte Ausbuchtung des runden Säckchens (Hasse) (Fig. 241 I. c.). Bei den Amphibien finden sich ebenfalls der Schnecke zuzurechnende Abschnitte des Sacculus und zwar, ausser einer der Cysticula entsprechenden Ausbuchtung, Verdickungen der Wand mit besonderen Nervenendigungen (Deiters, Hasse). Bei den Reptilien, besonders bei den Krokodilen, erheben sich sämmtliche Abtheilungen der Schnecke als kegelförmiger Anhang über das Niveau des Säckchens. Bei den Vögeln scheinen die beiden Säckchen zu einem gemeinsamen Alveus communis verschmolzen (Hasse), der Schneckencanal zeigt sich bedeutend verlängert, und man kann an ihm mehrere Abschnitte, den Anfangstheil oder die eigentliche Schnecke, und den flaschenförmigen Endabschnitt, die Lagena (Windischmann), der Cysticula der Amphibien entsprechend, unterscheiden. Der Schneckencanal zeigt schon Andeutungen einer spiraligen Aufwickelung; er communicirt mit dem Alveus durch einen engen (manchmal oblitterirenden) Canal, Canalis reuniens (Fig. 241. II.). Bei den niedersten Säugern sind die Verhältnisse des inneren Ohres denen bei den Vögeln ähnlich, das Labyrinth der höheren Säuger entspricht dem des Menschen (Fig. 241, III). Sowohl das runde als das eirunde Säckchen enthalten Otolithen von konstanter, aber nach den Abtheilungen wechselnder Form. Der oben S. 925 beschriebene Endsack des häutigen Aquaeductus vestibuli endigt bei fast allen Wirbelthieren blind intracraniell, bei Haifischen und Rochen (Plagiostomen) gelangt derselbe, durch die Knorpelkapsel des Schädels brechend, auf dessen Oberfläche (Hasse); Wiedersheim entdeckte, dass der endolymphatische Endsack bei einer Art Haftzeher, dem auf Sardinien und dem Felseneiland Tinetto lebenden Phyllodactylus europaeus, nicht nur die Schädelhöhle verlässt, sondern als ein mächtig entwickelter, mit Otolithen gefüllter Beutel: Krystallsack, bis zur Halsregion herabreicht. Bei vielen Teleostiern (Gegenbaur) steht das häutige Labyrinth mit der Schwimmblase in einer an das mittlere Ohr beim Menschen erinnernden Verbindung. Bei den Cyprinoiden verläuft von jedem der beiden Vorhöfe aus je ein Canal nach hinten, die durch einen querverlaufenden Sinus impar mit einander communiciren. Aus letzterem tritt jederseits ein häutiges Säckchen (Atrium sinus imparis) zu einer am hinteren Schädelabschnitte gelegenen, durch ein napfförmiges Knochenstückchen theilweise verschlossenen Oeffnung. Das Knochenstückchen steht durch Bandmasse mit einer Reihe verschieden gestalteter theilweise aus Modificationen der Rippen hervorgehender Knöchelchen in Verbindung; das grösste ist an dem vorderen Ende der Schwimmblase befestigt, wodurch eine continuirliche Kette zwischen Vorhof und Schwimmblase hergestellt wird. Aehnliche theilweise noch complicirtere Apparate sind bekannt bei den Siluroiden, Clupeiden etc. (Reissner, E. H. Weber). In den Theilen der knöchernen Labyrinthwand, welche an der Aussenfläche des Schädels liegen, zeigen sich schon, bei den

Fig. 241.



Drei schematische Zeichnungen zur Erläuterung der Verhältnisse des Gehörlabyrinthes in der Wirbelthierreihe. I) Schema des Fischlabyrinthes. *U* Utriculus mit Bogengängen. *S* Sacculus. *C* Cysticula. *R* Aquaeductus vestibuli. II) Schema des Vogellabyrinthes. *US* Alveus communis. *C* Cochlea. *UC* Anfangstheil der Schnecke. *L* Lagena. *Cr* Canalis reuniens. *R* wie vorhin. III) Schema des Säugethierlabyrinthes. *U*, *S*, *Cr* wie vorhin. *R* Aequaeductus vestibuli, sich in zwei Schenkel für Utriculus und Sacculus spaltend. Seine oben S. 925 beschriebene blasige intracranielle Erweiterung ist weggelassen. *C* Ductus cochlearis mit *V*, dem Vorhofsblindsacke, und *K*, dem Kuppelblindsacke.

.mphibien beginnend, Lücken, welche in mannigfacher Weise eine Communication mit nderen mit dem inneren Ohre sich verbindenden Apparaten ermöglichen. Solche Oeffnungen ind die beiden Fenster des Labyrinths. In das ovale Fenster ist stets ein plattenförmiges .nochenstück eingesetzt. Das mit einer Membran verschlossene runde Fenster findet sich zu-rst bei den Reptilien.

Der erste Kiemenbogen besteht bei Fischen (Selachiern und Ganoiden) als Spritzloch ›rt, in der Wirbelthierreihe aufsteigend, von den Amphibien an, finden wir ihn in nähere Be-iehung zum Labyrinth treten und einen Hohlraum bilden, welcher in seinem von der Laby-inthwand begrenzten weiteren Theile als Paukenhöhle bezeichnet wird; der in die primitive Iundhöhle führende Abschnitt, welcher sich von dieser in die Paukenhöhle ausstülpt, heisst 'uba Eustachii. Während der ersten Entwickelung besteht bei allen Wirbelthieren eine ffene, dem Spritzloch entsprechende Communication von aussen nach innen. In der Folge ›ildet sich ein Verschluss der Visceralspalte, welcher (Gegenbaur) bei Cöcilien und Urodelen Schwanzlurchen) vollkommen wird; bei den Anuren finden sich dagegen Uebergänge bis zur ildung einer Paukenhöhle, die nach aussen von einem Trommelfell abgeschlossen wird. Bei len meisten Reptilien und Vögeln findet sich Paukenhöhle und Trommelfell, letzteres fehlt iem Chamäleon, die Paukenhöhle den Schlangen und Amphisbaenen. Die beiden Tuben ver-›inigen sich bei Krokodilen, Vögeln (und bei Pipa) zu einem einfachen Gange.

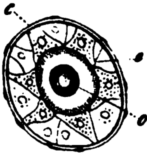
Mit dem knöchernen Labyrinthe verbindet sich ein Abschnitt des Visceralskelettes: die ;ehörknöchelchen, zu einem eigenen Knochenapparat. Aus dem obersten Abschnitt des :weiten Kiemenbogens, aus dem sich auch bei Säugethieren der Steigbügel entwickelt, ent-iteht ganz allgemein bei den Wirbelthieren ein in das ovale Fenster durch ein Ringband ein-jesetztes, getrenntes Skeletstückchen. Bei den Urodelen ist es ein plattes Knöchelchen: Oper-:ulum, das mit dem Palato-Quadratum sich entweder durch ein Band verbindet oder einen tielartigen Fortsatz besitzt. Aehnlich ist es bei den Schlangen (Eurystomata), bei welchen ein Knochenstückchen: Columella, zum Quadratbein verläuft. Wo sich ein Trommelfell findet, setzt sich die Columella mit diesem in Verbindung und erscheint dann mehr oder weniger nnerhalb der Paukenhöhle gelagert. Diese Verbindung tritt zuerst bei den Anuren auf, und :n vervollkommneter Weise, indem sich die Paukenhöhle erweitert, bei Sauriern, Che-oniern und Vögeln. Bei den Schildkröten ist die Columella ein langes, dünnes Knöchel-chen mit einer in das ovale Fenster eingesetzten Fussplatte. Meist zeigt sie gegen ihre Fuss-platte zu nur eine Verbreiterung, bei einigen Vögeln (Dromaeus) nähert sie sich mehr der Gestalt des Säugethiersteigbügels, indem sie in zwei Schenkel zerfällt. Bei den Säugethieren verbindet sich die Columella = Stapes, Steigbügel, niemals direct mit dem Trommelfell. Die beiden anderen Gehörknöchelchen bilden sich aus Resten des ersten Kiemenbogens (cf. S. 942). Bei den Monotremen und Beutelthieren ist die Form des Steigbügels reptilienartig. Der Steigbügel ist unbeweglich, indem er mit dem Rande des ovalen Fensters verwächst(?), bei Wiederkäuern, Einhufern u. a. ist seine Verbindung äusserst fest. Auch sonst kommen noch eigenthümliche, die Function der Gehörknöchelchen, wie es scheint, wesentlich be-schränkende Verbindungen derselben vor. Bei Echidna ist nicht nur der Hammer mit dem Amboss vereinigt, sondern auch der sehr starke und lange Hammerfortsatz verschmilzt mit em Tympanicum.

Das äussere Ohr geht aus den Randbildungen der ersten Kiemenspalte hervor. Bei mphibien, Reptilien und Vögeln finden sich dem äusseren Ohre der Säuger entsprechende ildungen nur vereinzelt. Bei Krokodilen z. B. deckt eine Hautfalte mit knöcherner Einlage as Trommelfell, bei Eulen findet sich eine bewegliche häutige Ohrklappe. Bei Sauriern tritt n kurzer, äusserer knöcherner Gehörgang auf. Den Monotremen fehlt das äussere Ohr; bei en im Wasser lebenden Säugethieren zeigt es eine auffallende Rückbildung oder fehlt eben-lls ganz.

Die Gehörorgane wirbelloser Thiere. — Bei den Medusen werden meist die Kry-stalle enthaltenden Randbläschen als Gehörorgane angesprochen. Bei den Würmern finden

sich ziemlich verbreitet Hörorgane, welche aus einer innen nicht selten (GEGENBAUR) mit cilientragenden Zellen ausgekleideten bläschenförmigen Kapsel bestehen, in welcher ein grösserer Otolith oder ein Haufen kleinerer eingeschlossen sind. In einigen Fällen ist die Beziehung dieser Gehörbläschen zu dem Nervensysteme konstatirt. Die Gehörorgane der Krustenthiere fanden oben (S. 937) ihre Besprechung. Hier stehen »Hörhaare« theils an freien Körperstellen, theils in offenen Hörgruben, theils in Gehörbläschen. Die Hörhaare erscheinen hier nur als Modificationen anderer ebenfalls Nervenendigungen erhaltender »Haare« des Integuments, wie z. B. der »Taststäbchen« (GEGENBAUR, HENSEN). Bei den Insecten ist das Gehörorgan, so weit es sich hat nachweisen lassen, ganz anders gebaut (J. MÜLLER, v. SIEBOLD, LEYDIG, HENSEN u. A.). Im Allgemeinen ist eine Membran, »Tympanum«, wie ein Trommelfell an einem festen Chitinring ausgespannt. An ihrer dem Innern des Körpers zugekehrten Fläche lagert sich eine Tracheenblase. Zwischen ihr und dem Trommelfell findet sich eine ganglienartige Nervenausbreitung, säulenförmige Stiftchen in bestimmter Anordnung erscheinen als Nervenendorgane, sie hängen mit dem Ganglion durch feine starre (J. RANKE) Ausläufer zusammen. Die Lage des Gehörorgans ist wechselnd. Bei Acridiern findet es sich dicht über der Basis des dritten Fusspaares, bei Locustiden und Achetiden liegt es in den Schienen der beiden Vorderfüsse. An der Wurzel der Hinterflügel der Käfer, und an der Schwingkolbenbasis der Dipteren finden sich den Gehörorganen zuzurechnende Gebilde, aber ohne Tympanum, doch mit ähnlichen stiftartigen Nervenendorganen. Das Hörorgan der Mollusken besteht im Allgemeinen aus einem im Innern mit Cilien tragenden Zellen besetzten Bläschen, in welchem feste kugelige Concretionen oder krystallinische Gebilde als Otolithen enthalten sind. Die Brachiopoden scheinen nur im Larvenzustande Gehörorgane zu besitzen. Das Hörbläschen der Lamellibranchiaten liegt am Fussganglion an (v. SIEBOLD) (Fig. 242). Analoge verschieden gelagerte Hörbläschen mit Otolithen finden sich bei Cephalophoren und Heteropoden. Bei letzteren (Pterotrachea) tragen die Epithelzellen starre borstenförmige, nur an der Ursprungsstelle bewegliche Cilien von verschiedener, gegen den einen Pol der kugeligen Blase zu abnehmender Länge. Die Cilien liegen im akustischen Ruhezustand des Ohres an der Innenwand der Hörblase an, bei stärkeren Geräuschen und Tönen schnellen sie aber auf und stossen den grossen kugeligen Otolithen gegen jenen Pol zu, wo sich ein eigentliches akustisches Organ befindet, in dessen Mitte eine von kleineren Stäbchenzellen umgebene mächtige, stäbchentragende akustische Zelle steht (J. RANKE). Bei den Cephalopoden werden die Formen des Organs mannigfaltiger. Bei den Dibranchiaten wird das Bläschen, das damit eine Art Labyrinth darstellt, von Knorpel umschlossen, bei Decapoden wird seine Form durch Ausbuchtungen und Vorsprünge noch complicirter. Die Endigungen der Hörnerven finden sich an zwei Wandstellen und zwar an einer wahren Crista acustica mit Stäbchenzellen und cuticularer Deckplatte, analog den Einrichtungen im Wirbelthierohre.

Fig. 242.



Hörorgan von Cyclas. c Gehörkapsel, e Wimpertragende Epithelzellen. o Otolith. (Nach LEYDIG).

Fünfundzwanzigstes Capitel.

Geruchssinn und Geschmackssinn.

I. Der Geruchssinn.

Das Geruchsorgan.

Die beiden Sinnesorgane, welche uns noch zu betrachten obliegt, haben insofern einige Aehnlichkeit, als für beide chemische Agentien den normalen Reiz darstellen.

Die specifische Sinnesthätigkeit, welche wir subjektiv als Riechen bezeichnen, wird normal durch die Endorgane des N. Olfactorius angeregt, welche ihren Reizungszustand, der nur durch gewisse flüchtige oder gasförmige, bis zu einem gewissen Grade in Wasser, d. h. in der Gewebsflüssigkeit, welche die Riechschleimhaut durchtränkt, löslichen Stoffe hervorgerufen wird, auf die Olfactoriusfasern und von da auf die Centralorgane des Geruchssinns im Gehirn übertragen. Die Erregung gewisser Gehirnpartien erweckt die Vorstellung einer Geruchsempfindung, deren Quelle stets nach aussen verlegt wird.

Nur die obersten Theile der Schleimhaut der eigentlichen Nasenhöhlen, an denen allein sich der Olfactorius verbreitet, stehen in directer Beziehung zu den Geruchsempfindungen. Die übrigen Theile der Nasenhöhlen und ihrer bekannten Nebenhöhlen sind als Anhänge und Thore der Respirationsorgane zu betrachten.

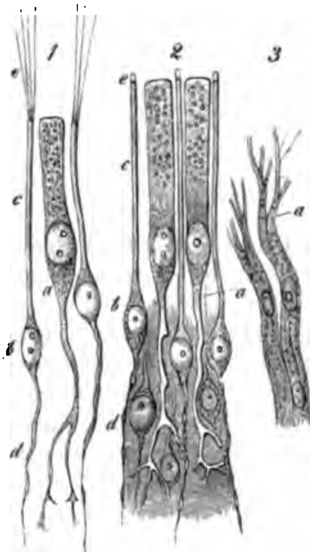
Die äussere Haut der Nase, welche sich durch geringe Entwickelung des Papillarkörpers, sowie durch eine sehr feine Epidermis auszeichnet, erstreckt sich noch etwas über den Rand der Nasenlöcher in die unteren Abschnitte der Nasenhöhlen, und geht dort allmählig in die Schleimhaut der Nase über. Der grösste Theil der Innenwand der Nasenhöhlen wird von einer flimmernden Schleimhaut ausgekleidet, ein kleinerer Theil, an welchem sich die Fasern des Olfactorius verbreiten: die eigentliche Geruchsschleimhaut, trägt ein nicht flimmerndes Epithel.

Der flimmernde Theil der Schleimhaut besitzt eine grosse Anzahl traubenförmiger Schleimdrüsen, sowie eine reichliche Menge von Venen, welche na-

mentlich am Rande und an dem hinteren Ende der unteren Muschel fast kavernöse Venennetze bilden (Kölliker). In den Nebenhöhlen der Nase fehlen die Schleimdrüsen fast gänzlich.

Die eigentliche Riechschleimhaut, welche besonders durch M. Schultze erforscht worden ist, überkleidet den oberen Theil der Nasenscheidewand und die beiden oberen Nasenmuscheln. Eine gelbliche Färbung unterscheidet die eigentliche Riechschleimhaut schon für das unbewaffnete Auge von dem flimmernden, von durchschimmerndem Blut mehr röthlich gefärbten respiratorischen Theile der Nasenschleimhaut. Das Epithel der Riechschleimhaut ist dick, aber ungemein zart und weich und besteht aus einer Schicht langgestreckter Zellen von doppelter Form: Die einen erscheinen als Cylinderzellen, welche verästelte Ausläufer nach abwärts senden. Diese Zellen enthalten längliche Kerne, eingebettet in einen körnigen Inhalt, in dem man gelbe oder braunrothe Farbkörnchen eingestreut findet, welche der ganzen Membran die eigenthümliche Färbung verleihen. Zwischen diesen Cylinderzellen, Stützzellen, finden sich die von M. Schultze entdeckten Riechzellen. Es sind langgestreckte spindelförmige Zellen mit rundem hellem Kern und Kernkörperchen ohne farbigen Inhalt (Fig. 243). Jede solche Zelle besitzt zwei Ausläufer, von denen der eine etwas dickere zwischen den Epithelzellen nach aufwärts steigt und mit einem abgestutzten Ende an der Oberfläche der Epithelschicht, also frei endigt. Bei Vögeln und Amphibien ist das freie Ende mit Cilien (Riechhärchen) besetzt, welche dem Menschen und den Säugern fehlen. Der zweite Fortsatz ist sehr fein, geht nach abwärts gegen die Schleimhaut und zeigt jene varikösen Anschwellungen, wie sie so häufig an den feinsten Nervenfäserchen, durch die Präparationsmethoden bedingt, auftreten. Die Basalfortsätze werden als die feinsten Fibrillen des Olfactorius gedeutet. Nach Exner bilden sie zunächst ein feines Maschenwerk, in welches die Fasern des Olfactorius zunächst übergehen und mit welchem sich auch die breiteren Endfasern der sogenannten Epithelzellen verbinden sollen, was M. Schultze nicht bestätigen konnte. Um jede Cylinderzelle der Riechschleimhaut steht nach Babuchin ein Kranz von Riechzellen (Fig. 244). A. von Brunn entdeckte, dass die freie Fläche des Riechepithels von einer Deckhaut: Membrana limitans olfactoria, bedeckt und gegen die Aussenwelt abgeschlossen sei. Die peripherischen Fortsätze der Riechzellen durchbohren diese Grenzschicht in kurzen Kanälchen und endigen frei auf der Oberfläche,

Fig. 243.



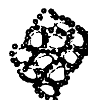
1. Zellen der Regio olfactoria vom Frosche. *a* Eine Epithelialzelle, nach unten in einen ramificirten Fortsatz ausgehend; *b* Riechzellen mit dem absteigenden Faden *d*, dem peripherischen Stäbchen *c* und den langen Flimmerhaaren *e*. 2. Zellen aus der gleichen Gegend vom Menschen. Die Bezeichnung dieselbe; nur kommen auf den Stiftchen (als Artefacte) kurze Aufsätze *e* vor. 3. Nervenfasern des Olfactorius vom Hunde, bei *a* in feinere Fibrillen zerfallend.

ur erstere können sonach die Einwirkungen der Geruchsstoffe direct aufehmen.

Babuchin beschreibt noch andere eigenthümlich gestaltete, den Engelmann'schen Gabelellen in den Geschmacksorganen der Froschzunge ähnliche Zellen in der Riechschleimhaut, ie an Nervenendorgane erinnern. Auch freie Nervenendigungen scheinen ihm vorzukommen, elleicht die einfach sensiblen Nerven der Nasenschleimhaut (cf. unten).

Im Tractus olfactorius, besitzt der Olfactorius dunkelrandige Nervenfasern, im ulbus finden sich neben diesen auch viele Nervenzellen. Die Fasern des Olfactorius: die ervi olfactorii unterscheiden sich dagegen auch in ihren Hauptstämmchen schon esentlich von den übrigen Nerven. Die Fasern, aus denen sie bestehen, sind blass, mit ernen versehen, körnig, plattgedrückt. M. Schultze hält diese Nervenfasern noch weiter aus insten Fäserchen zusammengesetzt, welche von einer zarten Scheide zusammengehalten erden. Gegen die Endäste gehen die breiteren Fasern nach und nach ı feinere Fasern über; nach M. Schultze spaltet sich schliesslich jede lfactoriusfaser in ein Bündel feinster, variköser, blasser Fäserchen, elche die Schleimhaut durchbohren und jedes sich mit einer Riechelle verbinden.

Fig. 244.



Flächenansicht der Epithelschicht der Riechgegend nach Behandlung mit salpetersaurem Silberoxyd (Proteus).

Die dem Geruchssinn nicht dienenden Theile der inneren Nase erden von den Aesten des N. trigeminus (Ethmoidalis, Nasales osteriores, Ast des Dentalis anterior major) versehen. Sie senden hre dunkelrandigen Fasern, die sich scharf von den blassen Olfactoiusfasern unterscheiden, auch in die eigentliche Riechhaut hinein Kölliker, M. Schultze).

Bei dem Menschen finden sich in der Riechschleimhaut einfache Schleimdrüsen, eren Sekret die Oberfläche feucht und dadurch geeignet für die Aufnahme von Geruchseinücken erhält.

Zur Entwickelungsgeschichte. — (S. 820.) Die Riechorgane erscheinen noch in der Woche des menschlichen Embryonallebens als seichte, ganz vorn am Kopfe gelegene Grüben (Reichert, Bischoff u. A.), welche sich in der Folge mit der Mundhöhle zunächst zu ier gemeinsamen Grube vereinigen. Die anfangs ganz flachen und kleinen rundlichen Riechübchen vertiefen sich bald und umgeben sich mit einem leicht hervortretenden Rand. hon am 2. Tage zeigen sich beim Hühnchen, bei welchem die Entwickelung ziemlich genau r beim Menschen beobachteten entspricht (Kölliker), die Riechgrübchen vergrössert und rtieft, ihre Form wird länglich, am unteren schmalen Ende tritt eine Furche (Nasenfurche) der Wallumgrenzung auf, welche das Grübchen mit dem Eingang der primitiven Mundhle verbindet, woraus sich durch Vertiefung der Furche eine offene Verbindung der nun ıon ziemlich stark vertieften primitiven Nasenhöhle und primitiven Mundhöhle herausbildet. ırch Anlagerung des Oberkieferfortsatzes wird die Nasenfurche äusserlich geschlossen und s äussere Nasenloch abgegrenzt, innen bleiben die Nasenfurchen offen und münden als inre Nasenlöcher in die primitive Mundhöhle. Beim Menschen beginnt am Ende des eiten Monats der Gaumen sich zu bilden, durch welchen die primitive Mundhöhle in einen eren respiratorischen und einen unteren digestiven Abschnitt getrennt wird. Die Ductus ısopalatini sind die, auch beim Embryo engen, Reste der ursprünglichen Verbindung r Mund- und Nasenhöhle. Die Nasenmuscheln erscheinen als knorpelige Auswüchse der itentheile der knorpeligen Nase schon im zweiten Monat, im dritten Monat ist das Nasenıyrinth im Wesentlichen fertig gebildet. Nun beginnen auch die Stirnhöhlen und anderen benhöhlen sich zu entwickeln, indem durch Resorption Lücken im Knochen entstehen, in lche die Schleimhaut sich aussackt. Die äussere Nase wird am Ende des zweiten Mots durch Hervorwachsen des vorderen Endes des Nasentheils des Primordialschädels anget, anfangs ist sie kurz und breit. Die Nasenlöcher sind im dritten Monat mit einem im ıften Monat verschwindenden gallertigen, aus Schleim und abgelösten Epithelzellen be-

stehenden Pfropf geschlossen. Der Tractus und Bulbus olfactorius entstehen als Ausstülpungen der ersten Hirnblase. Von dem Bulbus aus scheinen die Nervi olfactorii in das Nasenlabyrinth hinein zu wachsen.

Zur vergleichenden Anatomie. — Fast alle Hauptstadien der Nasenbildung des Menschen zeigen sich bei gewissen Wirbelthieren als bleibende Bildungen. Die geschlossenen Riechgruben der Fische entsprechen dem embryonalen Riechgrübchen. Beständig im Wasser lebende Thiere können keine Geruchsempfindungen haben, welche denen in der Luft lebender Thiere vollkommen entsprechen, ihr Riechen wird sich mehr den bei ihnen ganz besonders entwickelten Geschmacksempfindungen (cf. unten) anreihen; auch beim Menschen haben die Eindrücke beider Sinne manches Gemeinsame. Bei den Batrachiern münden die Geruchsorgane durch kurze Nasengänge vorn in die der primitiven Mundhöhle der Embryonen entsprechende Mundhöhle ein. Bei den übrigen Wirbelthieren findet sich ein mehr oder weniger entwickelter Gaumen mit kürzeren oder längeren wahren Nasenrachengängen und einem Labyrinthe. Das Verhalten der Amphibien theilen unter den Fischen die Dipnoi. Bei den Leptocardiern ist die Riechgrube einfach (Monorhina), auch bei Cyclostomen, jedoch zu einem Schlauche vertieft, bei Petromyzon endigt derselbe blind, bei den Myxinoiden steht er mit der Mundhöhle in offener Verbindung. Die übrigen Wirbelthiere besitzen paarige Riechorgane. Bei Selachiern und Chimaeren bleibt die embryonale Nasenrinne stabil, sie verläuft zu den Mundwinkeln, bei Rochen ist sie in einen tieferen Canal umgewandelt. Die Ausbreitung und Endigung des Olfactorius findet sich bei Säugethieren wie beim Menschen nur auf der oberen Nasenmuschel und dem oberen Abschnitt der Nasenscheidewand. In der Regio olfactoria finden sich bei allen Wirbelthieren die oben beschriebenen Riechzellen, welche man als Endorgane des Olfactorius deutet.

Unter den wirbellosen Thieren treten die ersten als Riechorgane oder Geschmacksorgane (?) gedeuteten Sinnesorgane als mit wimpernden Zellen ausgekleidete, seichtere oder flaschenförmige Gruben, zu denen starke Nerven herantreten, bei den Würmern auf. Bei den Nemertinen liegen sie an den Seiten des Kopftheils, bei den Tunicaten vor der dorsalen Befestigung des Kiemenbalkens. Bei den Arthropoden liegen die von Leydig u. A. entdeckten Geruchsorgane an den Antennen. Sie bilden bei den Crustaceen feine Anhänge, Riechstäbchen, an den inneren Antennen. Auch an den Fühlern (Antennen) der Insecten finden sich kürzere Papillen oder feine Leisten, die man jetzt als Riechstäbchen deutet, während man früher grubenförmige Vertiefungen an den Fühlern als Riechorgane auffasste. Bei den Mollusken werden grösstentheils wimpertragende Stellen, zu welchen ein manchmal eine Anschwellung bildender Nerv verläuft, als Geruchsorgane angesprochen. Bei den Cephalopoden finden sich Riechgrübchen oder flache Papillen dicht hinter den Augen liegend mit Wimperzellen besetzt, es tritt ein Nerv heran, der neben dem Sehnerven entspringt (Gegenbaur). Nach Sernoff finden sich hier Riechzellen, denen der Wirbelthiere ganz analog.

Die Geruchsempfindungen.

Die Geruchsempfindungen besitzen keine definirbaren Qualitäten. Wir unterscheiden sie ziemlich scharf nach den einzelnen Stoffen, durch welche sie hervorgerufen werden, nach denen wir sie auch bezeichnen. Eine Reihe durch die Schleimhaut der Nase vermittelter Empfindungen, die man in der gewöhnlichen Ausdrucksweise auch zu den Geruchsempfindungen rechnet, z. B. der stechende Geruch, sind reine Gemeingefühlsempfindungen, die mit der specifischen Energie des Olfactorius nichts zu schaffen haben. Wir empfinden das stechende Gefühl, z. B. des Ammoniak oder der Essigsäure, durch die betreffenden Stoffe in analoger Weise an der Bindehaut des Auges wie an der Nasenschleimhaut.

Normale Geruchsempfindungen erfordern ein normales Verhalten der End-
gane des Olfactorius. Jedermann kennt die Störung der Geruchsempfin-
ngen schon durch leichte katarrhalische Entzündungen der Nasenschleim-
ut. WEBER hat gefunden, dass das Riechvermögen für einige Minuten voll-
mmen aufgehoben werden kann, wenn wir, auf dem Rücken liegend, unsere
isenhöhlen nur kurze Zeit mit Wasser gefüllt hatten.

Die Geruchsempfindungen kommen nur dann zu Stande, wenn die riechen-
n, gasartigen Stoffe in einem Luftstrom mehr oder weniger rasch in die Nase
ngezogen werden (Spüren der Jagdhunde etc.). Stagnirt eine riechende
ıft in den Nasenhöhlen, so haben wir keine Geruchsempfindung, eben so
enig, wenn der Luftstrom von der Mundhöhle in die Nase steigt, da wir
ırmal nur Veränderungen in dem Erregungszustande unserer sensiblen Nerven,
cht dauernde Zustände zu empfinden vermögen. Es bricht sich bei dem
ıschen Einziehen der Luft durch die Nase die Luft an der unteren Nasen-
ıuschel und steigt wenigstens theilweise in die oberen Regionen der Nasen-
öhlen hinauf. Das Fehlen der unteren Nasenmuschel soll die Geruchswahr-
ehmungen beeinträchtigen, ja sogar aufheben. Bei einseitiger Facialis-
ıhmung, wobei die Luft weniger gut eingezogen werden kann, ist auf der
ılähmten Seite die Riechfähigkeit geschwächt.

Die Intensität der Geruchsempfindungen, welche durch verschiedene,
ärker oder schwächer riechende Stoffe hervorgerufen werden, ist ausser-
dentlich verschieden. Bei demselben riechbaren Stoffe steigt bei normalem
rhalten der Geruchsorgane die Intensität der Empfindung mit der Menge
sselben, die in der in die Nase gezogenen Luft enthalten ist. Nach den Unter-
chungen von VALENTIN riecht eine Luft noch nach Brom, welche in 1 ccm
0000 mg Brom enthält. Für Moschus nimmt er als Grenze die Wahrnehmung
, wenn der Nase noch weniger als $^1/_{2000000}$ mg eines weingeistigen Moschus-
traktes dargeboten wird. Der Geruch der Metalle scheint wie der der Elec-
cität von Ozon herzurühren.

Mit der längeren Dauer des Geruchseindruckes ermüdet die Riechschleim-
ut; wenn wir uns einige Zeit in einer riechenden Luft aufhalten, verschwindet
ıdlich die Geruchswahrnehmung für den beständigen Geruch, ohne dass da-
ırch die Fähigkeit für das Erkennen anderer Gerüche abnimmt. Es erinnert
ıs diese Beobachtung daran, dass die Physiologie in Zukunft auch für die ver-
hiedenen Qualitäten der Riechstoffe specifische Endorgane wird annehmen
üssen. Im Alter atrophirt der Geruchsnerv mehr und mehr und die Feinheit
es Sinnes nimmt dadurch ab. Bei vielen Greisen fehlt das Geruchsver-
ögen gänzlich (J. L. PREVOST).

Es werden in manchen krankhaften Fällen hier und da subjektive Ge-
üche empfunden. Sehr häufig beruhen diese Beobachtungen sicher auf Täu-
hungen durch krankhaft gesteigerte Empfindlichkeit des Geruchsorganes,
elches objektiv vorhandene, aber sehr schwache Gerüche noch wahrnimmt.
s werden dagegen auch Fälle berichtet, wo die subjektive Geruchsempfindung
re Ursache in einer directen Reizung des Gehirnes zu haben scheint. Bei
nem Manne, der immer einen üblen Geruch empfunden hatte, fanden CULLE-
ER und MAIGNAULT, wie J. MÜLLER berichtet, eine Eiterung in der Mitte der

Hemisphären des Gehirnes. Dubois hatte einen Mann gekannt, der nach einem Fall vom Pferde mehrere Jahre bis zu seinem Tode einen üblen Geruch zu riechen glaubte (J. Müller). Wickham Legg berichtet von einem Manne, welcher 3 Monate nach einem Falle auf die rechte hintere Scheitelbeingegend Geruch und Geschmack verloren hatte. Zur Zeit der Untersuchung roch ihm Alles nach Gas oder Paraffin, Brod schmeckte wie Holz etc. In den meisten Fällen von traumatischem Verlust des Geruchssinnes war die hintere Partie des Schädels betroffen.

Die Bezeichnung der Gerüche als angenehm oder unangenehm beruht zum Theil auf Vorstellungen, die sich an die Geruchsempfindung anschliessen. Diese Vorstellungen wechseln mit den physiologischen Körperzuständen; dem Hungrigen duftet eine Speise äusserst angenehm in die Nase; dem Gesättigten erregt derselbe Geruch Widerwillen. Der Geruchssinn ist die Quelle einer grossen Menge angenehmer Empfindungen, welche nicht ohne merklichen, oft sehr lebhaften Einfluss auf unser gesammtes körperliches (namentlich durch Einfluss auf die Herzbewegung) und geistiges Befinden bleiben (G. Jäger). Es ist aber bekannt, wie ungemein verschieden sich hierin verschiedene Individuen zeigen, so dass die Bezeichnung von angenehmen und unangenehmen Gerüchen nach ihrer physisch-psychischen Bedeutung fast für jedes Einzelindividuum wechselnd ist.

II. Der Geschmackssinn.

Schmecken.

Gewisse Substanzen, welche das Gemeinsame haben, dass sie sich in Wasser und in den Flüssigkeiten der Mundhöhle auflösen können, erregen die Endorgane der Geschmacksnerven, als welche vor Allem die Fasern des Glossopharyngeus angesprochen werden. Die Geschmacksempfindungen besitzen eine Reihe von allen Menschen gleichmässig erkannter Qualitäten: die süssen, saueren, bitteren (alkalischen?) Geschmäcke, welche wir den schmeckbaren Substanzen zuschreiben. Physikalisch sind diese Qualitäten der Empfindung ebensowenig definirbar wie die Geruchsempfindungen.

Die meisten schmeckenden Substanzen erregen nicht einfache Geschmacksempfindungen, sondern Mischempfindungen der verschiedenen Qualitäten, die wir aber hier viel schärfer zu trennen vermögen, als das bei den Mischempfindungen der übrigen Sinnesorgane gelingt. Wir schmecken deutlich die verschiedenen Qualitäten, aus denen sich der gemischte Geschmack zusammensetzt, heraus, so dass es kaum zweifelhaft sein kann, dass diese Mischempfindung hervorgerufen wird durch gleichzeitige Erregung verschiedener Endorgane, die sich erst im Centralorgane des Geschmackssinnes im Gehirn mischt.

Die gleichzeitigen Empfindungen im Geschmackssinn lassen eine so scharfe Erkennung und Trennung zu, dass wir unter Umständen mit der Zunge eine genauere chemische Analyse von Flüssigkeiten machen können als nach den

ebräuchlichen Methoden der Chemie, welche wägbare Mengen der zu bestimmenden Stoffe voraussetzen. Das »Kosten« der Apotheker, Wein- und Bierenner ist bekannt, ebenso die Genauigkeit ihres Resultates, wenn sie das ieschmacksorgan genügend geübt haben.

Ein Theil der Empfindungen, welche gleichzeitig mit Geschmacksempfinlungen entstehen, sind keine Geschmäcke, sondern theils Geruchs-, theils Tast- und Gemeingefühlsempfindungen. Der stechende oder zusammenziehende Geschmack gehört der letzteren Art an, die aromatische Geschmacksempfindung ist vorwiegend eine Geruchsempfindung, welche verschwindet, wenn man die Naseneingänge verstopft. Manche scheinbar intensive Geschmacksempfindungen setzen sich lediglich aus Tastempfindungen auf der Zunge und Geruchsempfindungen zusammen.

Die **Zungennerven** sind drei. Der Bewegung der Zunge steht der Hypoglossus vor, der Zungenast des N. glossopharyngeus ist der Geschmacksnerv wenigstens für den hinteren Abschnitt der Zunge. Die Zungenoberfläche innervirt der Zungenast des Lingualis (Trigeminus), ein Theil seiner Fasern stammt vom Facialis (Chorda tympani). Der Lingualis erscheint als Tastnerv der Zunge, die Fasern der Chorda scheinen den Geschmackssinn der beiden vorderen Drittel der Zunge zu vermitteln. Dem entspricht, ss nach Durchschneidung des Glossopharyngeus nur die Zungenwurzel eine Geschmacksähmung zeigt, dass dagegen Zerstörung der beiden Chordae in der Trommelhöhle den Gehmack im Vordertheil der Zunge vernichtet; Reizung der Chordae veranlasst keine Zungenwegung. Nach Durchschneidung des Lingualis ist der Tastsinn der Zunge gelähmt; krankfte Affectionen der Trigeminuswurzeln sollen nur den Tastsinn, nicht den Geschmackssinn r Zunge alteriren. NEUMANN beobachtete Fälle von Facialislähmung mit Geschmackslähung verbunden. Nach SCHIFF enthält auch der Lingualis »schmeckende« Fasern. Die maassbenden Versuche über die Zungennerven rühren von PANIZZA, LONGET, BIFFI, LUSSANA, CHENNE, STICH u. A. her. Der Gefäss erweiternde Nerv für den vorderen Abschnitt der Zunge die Chorda tympani, für den hinteren Abschnitt der Glossopharyngeus (A. VULPIAN.)

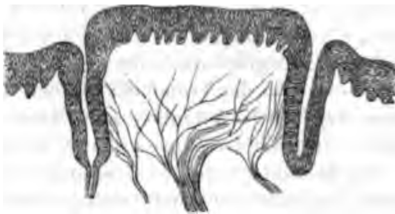
Das Geschmacksorgan.

Die tägliche Erfahrung lehrt uns, dass die Mundhöhle der Sitz des Geschmacksorganes ist; doch war bisher noch nicht mit aller Sicherheit entschieden, welche Stellen der Mundhöhle die eigentlich Geschmack empfindenden ndorgane tragen, die populäre Anschauung spricht für die Zunge und zwar ihrer ganzen Ausdehnung; nach älteren Experimentaluntersuchungen, welche lle an dem Fehler litten, dass die auf eine Stelle der Mundschleimhaut angerachten schmeckbaren Substanzen sich leicht an andere Stellen in der Mundüssigkeit verbreiten können, wurde von einigen Autoren nur der Zungenücken (BIDDER), von anderen auch die Zungenspitze, die Zungenränder, der reiche Gaumen, ja sogar der harte Gaumen angegeben. E. NEUMANN hat die lectrische Geschmackserregung durch den konstanten Strom zur Prüfung er Mundtheile auf die Geschmacksfunctionen verwerthet. Legt man die zwei lectroden sehr nahe an einander, so wiegt stets der saure Geschmack vor. an kann dadurch die Geschmacksempfindung scharf lokalisiren. NEUMANN u. A. nden, dass die Zungenspitze, die Zungenränder und die Oberfläche der Zungenurzel bis zu den Papillae circumvallatae mit Geschmack begabt sind (KLAATSCH,

Stich, Schirmer, Drielsma), dagegen zeigte sich als geschmacklos der vo
Theil der oberen Zungenfläche (cf. unten), die ganze untere Fläche un
Frenulum. Der schmeckende Rand beträgt mehrere Linien und greift
auf die Ober- als Unterfläche der Zunge über. Schwächere Geschmacksei
dungen vermittelt auch die Vorderfläche des weichen Gaumens, mit Aus
der Uvula, etwas stärkere der Arcus glossopalatinus.

Die Schleimhaut der Mundhöhle, welche an den Lippen direct mit der äusseren H
sammenhängt, ist relativ dick und durch reichliche Gefässverzweigungen geröthet. S
eine ziemliche Anzahl von Papillen, von kegel- oder fadenförmiger Gestalt, die im Ba
mit den Gefässpapillen der äusseren Haut übereinstimmen. In der Mucosa bilden die
ven ein weitmaschiges Netz von feinen und feinsten Aestchen, welche an manchen
Nervenfasertheilungen zeigen. Nur in grosse Papillen konnte man bisher die Nerven ver
An den Lippen finden sich in den Papillen zahlreiche Tastorgane: Endkolben. Das Epit
Mundschleimhaut ist ein geschichtetes Pflasterepithel, dessen äusserste, platte, eckige

Fig. 245.



Durchschnitt durch eine Papilla circumvallata vom Kalb. Zeigt die Vertheilung der Geschmacksknospen. $^{25}/_1$.

Fig. 246.



Zwei Papillae filiformes des Menschen, die ei Epithel, 350mal vergr. Nach Todd-Bowman. pillen selbst. *a*, *v* Arterielles und venöses Gef einen Papille sammt den Kapillarschlingen, di in die secundären Papillen eingehen sollten, thelialbekleidung, *f* Fortsätze derselben.

blättchen aus runden, auf der Schleimhaut aufliegenden Zellen entstehen, ganz analog der Epidermis der Oberhaut. Die auf das Epithel einwirkenden äusseren Einflüsse bewirken eine beständige Abstossung der obersten Epithelschichten mit einer entsprechenden regelmässigen Neubildung der Zellen. Es sind also die Zellen, obwohl sie eine dicke Lage bilden, doch schon ihrer Jugend wegen noch weich und für chemisch auf sie wirkende Stoffe durchdringlich, so dass gelöste Substanzen relativ leichter eindringen, und von den Blut- und Lymphgefässen aufgesaugt werden können.

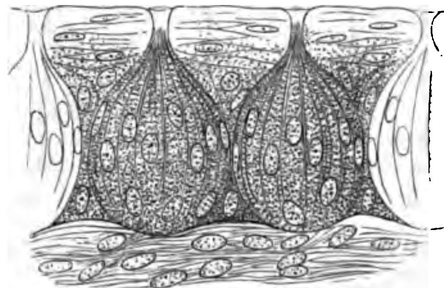
Der Reichthum an **Nerven** ist an den verschiedenen Stellen verschieden; besonders zeichnet sich das wenig empfindliche Zahnfleisch durch Mangel an Nerven aus.

Der Bau der **Zungenschleimhaut** weicht auf der oberen Fläche der Zunge ziemlich bedeutend ab von dem der übrigen Schleimhaut des Mundes. Erstere ist einestheils sehr fest mit dem unterliegenden Muskelfleische verbunden, andererseits trägt sie
grosse Anzahl verschieden gestalteter Hervorragungen, die **Zungenwärzchen** oder Z

npapillen. Auf dem Zungenrücken stehen die 6—12 Wallwärzchen, Papillae circmvallatae, welche jede aus einer den pilzförmigen Papillen ähnlichen, grossen Papille beihen, umgeben von einem niedrigen, sie kreisförmig umschliessenden Walle (Fig. 245). Die allwärzchen bilden auf dem Zungenrücken eine V-förmige Figur, indem sie von dem inde her in einer von vorn nach hinten verlaufenden Linie sich der Mitte des Zungenrückens ihern. Die übrigen Papillen der Zunge, die vor den Wallwärzchen stehen, sind ebenfalls emlich regelmässig in Reihen angeordnet, die im Allgemeinen der Wallwärzchenreihe gleich rlaufen. An den Zungenrändern werden die Papillen zu blattartig gezackten Falten; auf der angenoberfläche unterscheidet man ausser den genannten Wallwärzchen noch zwei weitere rten von Wärzchen: die fadenförmigen und die pilzförmigen: Papillae filiformes nd fungiformes. Die letzteren stehen zerstreut auf der ganzen Zungenoberfläche, besonders iufig an der Zungenspitze, sie ähneln einem Nagel mit dickem Kopfe. Die fadenförmigen apillen (Fig. 246) füllen die Zwischenräume zwischen den übrigen Wärzchen aus und ehen sehr dicht neben einander, sie tragen pinselförmig auslaufende Enden. Gegen die Zunenränder zu werden sie spärlicher, kürzer und glatter, so dass sie sich den pilzförmigen arzen im Aussehen annähern. Dem unbewaffneten Auge erscheinen die fadenförmigen ärzchen weisslich, die beiden anderen Papillenarten röthlich. Die fadenförmigen Pallen bestehen aus einem kegelförmigen Schleimhautwärzchen, welches meist noch an inem oberen Ende feine secundäre Wärzchen besitzt, jede mit fadenförmigen verhornten ithelfortsätzen besetzt. Die pilzförmigen Papillen sind auf ihrer ganzen Oberfläche t feinen secundären Wärzchen besetzt, die von einem weichen Epithellager überzogen und llkommen verdeckt werden. Die Wallpapillen tragen nur auf der platten Oberfläche solche cundäre Wärzchen; der Wall ist eine Schleimhauterhebung, ebenfalls mit feinen Wärzchen setzt. Die Verbreitung der Blutgefässe in den Papillen ist der in den Hautpapillen benten ganz ähnlich, zu jedem der feinen den grösseren Papillen aufgesetzten Wärzchen erbt sich eine Kapillarschlinge.

Die Endigung der Geschmacksnerven hat in neuerer Zeit eine ihere Aufklärung erfahren. Die feineren Zweige des Glossopharyngeus, vorigsweise aus dünnen markhaligen Fasern bestehend, begeben ch zu den Papillae circumvallatae nd verbreiten sich in denselben; Stamme (Remak) sowie vor ihrem intritt in die Papillen zeigen sie ikroskopische Ganglienzellen. Direct unter der Papille bilden die erven ein Geflecht (Schwalbe), von elchem ein oder mehrere Bündel die Papille eintreten, wo sie in ielfach sich durchkreuzende, aus lassen und dunkelrandigen Fasern bestehende, Zweige zerfallen, elche gegen das Epithel zu ausstrahlen. In der Nähe der eigentlichen Geschmacksorgane finden sich neben inzelnen markhaltigen Fasern feine Fibrillenbündel, mit einer kernhaltigen cheide umgeben, welche sich in Aeste zertheilen, aus denen sich feine Färchen in das Epithel zu den Geschmacksorganen erheben, um wohl mit len specifischen Elementen der letzteren in Verbindung zu treten (Schwalbe).

Fig. 247.



Geschmacksknospen aus dem seitlichen Geschmacksorgan vom Kaninchen. 450/1.

Nach den übereinstimmenden Angaben von Lovén, Schwalbe, Wyss und

Engelmann finden sich die eigentlichen Geschmacksorgane bei dem Menschen namentlich in dem geschichteten Pflasterepithel der Papillae circumvallatae, auf Zweigen des N. glossopharyngeus als zahlreiche, mikroskopische Zellengruppen aufsitzend. Man bezeichnet letztere als Geschmacksknospen (Lovén, Engelmann) oder Schmeckbecher (Schwalbe) (Fig. 247). Sie liegen in flaschenförmigen Lücken des Gewebes beim Menschen 0,077 bis 0,081 mm lang und 0,04 mm dick, die enge Mündung der Flasche: Geschmacksporus (Engelmann) misst 0,0027—0,0045 mm (Schwalbe). Bei dem Menschen umziehen die Schmeckbecher vor Allem die seitlichen Flächen der Papillae circumvallatae oft zu vielen Hunderten in einer gürtelförmigen Zone. Auch an der der Papille zugekehrten Fläche des Ringwalls, sowie auf den pilzförmigen Papillen finden sich beim Menschen Schmeckbecher, ebenso in dem von Weber und Mayer als Papilla lingualis foliata bezeichneten faltigen Gebilde am Seitenrande der menschlichen Zunge (v. Ajtai). Arthur Hofmann fand sie auch auf grösseren Papillen des weichen Gaumens, namentlich über der Uvula. Bei dem Schaf berechnet Schwalbe ihre Zahl in einer Papille auf etwa 480, beim Rind auf 1800, beim Schwein finden sich auf jeder seiner beiden umwallten Papillen etwa 5000, bei dem Menschen stehen sie am dichtesten. Auch bei Thieren fand Hoenigschmied die Schmeckbecher vereinzelt auch auf der freien Fläche der Wallpapillen.

Der Boden der Knospenhöhle ruht direct auf dem Boden der Schleimhaut, seitlich wird ihre Wand von modificirten und verkitteten Epithelzellen gebildet. Die Geschmacksknospen selbst bestehen aus etwa 15—30 langen, dünnen Zellen, welche sich wie die Blätter einer Knospe an einander legen. Man unterscheidet Deckzellen, den Stützzellen bei den anderen Sinnesnervenenden analog, welche besonders die äusseren Schichten des Organes bilden, und die eigentlichen, wie man glaubt, mit den Fasern des Sinnesnerven zusammenhängenden Geschmackszellen. Die ersteren sind lang, spindelförmig, besonders gegen den Porus zu zugespitzt, mit einem ovalen, bläschenförmigen Kerne. Die Geschmackszellen (Fig. 248) bestehen aus dem, einen verhältnissmässig sehr grossen bläschenförmigen Kern einschliessenden Zellenkörper, der nach oben in einen mässig breiten, nach unten in einen feineren Fortsatz übergeht. Der erstere Fortsatz ist bei Kaninchen fast cylindrisch; auf seinem sich gegen die Spitze zu verschmälernden, gewöhnlich schräg abgestumpften äusseren Ende sitzt senkrecht ein Härchen oder Stiftchen auf, das die Oeffnung des Geschmacksporus zu erreichen scheint (Engelmann). Der untere Fortsatz ist dünner, theilt sich in ziemlich geringer Entfernung vom Kern meist in zwei Aeste, welche nicht selten erst nach mehrfacher Theilung die Schleimhautoberfläche auf dem Grund

Fig. 248.



a Isolirte Geschmackszellen aus den seitlichen Organen des Kaninchens. 600/1. b Eine Geschmackszelle und zwei Deckzellen im Zusammenhang isolirt. Ebendaher. 600/1.

s Bechers erreichen. Chemisch und mikroskopisch scheinen sie mit den insten an die Geschmacksknospen herantretenden Glossopharyngeusfibrillen ereinzustimmen, so dass man sie als die Verbindungsstücke mit jenen zu trachten pflegt, doch scheint der wirkliche Zusammenhang bis jetzt noch cht festgestellt.

Zur vergleichenden Anatomie. — Bei den Säugern ist das Verhalten der Geschmacks-gane im Allgemeinen dem beim Menschen beschriebenen ganz analog. Bei dem Kaninchen d Hasen findet sich ausser den Wallpapillen noch ein specifisches Geschmacksorgan grös-er Art. An jeder Seite der Zungenwurzel liegt nämlich eine grosse, ovale, durch etwa 10— tiefe, parallele Querfurchen in schmale Leisten getheilte Erhabenheit mit tausenden von schmacksknospen (H. v. Wyss, Engelmann). Bei den Fischen nennt man die in der undschleimhaut und im Epithel der äusseren Haut eingelagerten Geschmacks-gane, welche im Wesentlichen mit denen der Säuger übereinstimmen (F. E. Schulze), echerförmige Organe (Leydig). Aus dem Schleimhaut- oder Cutisgewebe erheben sich das Epithel nervenführende Papillen, auf ihrer etwas ausgehöhlten Endfläche sitzt dann je n becherförmiges Organ. Die Deckzellen und Geschmackzellen dieser Organe stimmen mit nen der Säuger überein. Bei den Fischen hat also, was für im Wasser lebende Thiere zweck-ässig erscheint, der Geschmackssinn nicht nur in der Mundhöhle, sondern auch in der Körper-ut seinen Sitz. Bei den Rochen (Trygon pastinaca, Raja clavata) beschreibt Franz Todaro e Geschmacksorgane in ganz analoger Weise wie bei den Säugern; sie finden sich auf zwei ıerfalten der Gaumenschleimhaut hinter der Zahnreihe der Oberkiefer und in 9—10 langen lindrischen Papillen des Zungenrudiments. Bei den Fröschen (Axel Key, Engelmann) sind e Geschmacksorgane nicht becherförmig, sondern scheibenförmig gestaltet: Geschmacks-heiben, sie sitzen auf der Oberfläche einer Papilla fungiformis. Die specifische Zellen-appe wird von Flimmerzellen eingerahmt. Als Deckzellen (Stützzellen) fungiren cylindrische llformen, welche Engelmann in eigentliche Cylinderzellen und in Kelchzellen unterscheidet, e Geschmackszellen zeigen nach aussen nicht nur einen, sondern mehrere zinkenförmig aus m Zellkörper entspringende Fortsätze, es sind das die Gabelzellen Engelmann's. Der ıere Fortsatz stimmt ziemlich mit dem der Geschmackszellen der Säuger überein.

Bei Vögeln und Reptilien sind die Geschmacksorgane noch wenig erforscht, besser bei irbellosen. Die becherförmigen »Augen« der Hirudineen stimmen mit Schmeckbechern in em Bau annähernd zusammen (Leydig) und dienen ausser Tast- und Sehfunktionen auch m Geschmackssinn, es sind Uebergangssinnesorgane (J. Ranke); ausserdem ist ch der ganze Körper mit einfachen Schmeckbechern besetzt. Nach H. Eisig sind die becher-migen Organe der Capitelliden, in Röhren lebender mariner Gliederwürmer als Ge-hmacksorgane, nicht als Tastorgane zu denken, sie stimmen mit den becherförmigen Or-nen der Fische in Bau und Verbreitung über den Körper überein. Die Entwickelungs-schichte der eigentlichen Geschmacksorgane der Wirbelthiere ist noch wenig erforscht, im Embryo scheinen sie zahlreicher zu sein. (A. Hofmann).

Tastempfindung der Zunge. — In der Zungenschleimhaut ist die Empfindung von eschmäcken und eine scharfe Gemeingefühlsempfindung, Tasten, Temperatur-npfindung vereinigt. Die Tastempfindung ist an der Zungenspitze am feinsten, hier fand Geber wahre Tastkörperchen. Aus der nachbarlichen Vereinigung verschiedener Empfin-ngsorgane resultirt die häufig auftretende Schwierigkeit, die Geschmacksempfindungen von deren gleichzeitigen sensiblen Eindrücken zu scheiden.

Geschmacksempfindungen.

Der innere Vorgang der Erregung der Geschmacksnervenendigungen ist inem Wesen nach unbekannt. Welche innere Uebereinstimmung haben

Stoffe, wie Zucker, Glycerin, Glycin, Bleisalze, welche süss schmecken? Was hat das bitterschmeckende Chinin oder Strychnin mit dem Bittersalz gemein?

Man dachte an electrische Strömungsvorgänge zwischen der Mundflüssigkeit und dem schmeckbaren Stoff. Es lässt sich nicht leugnen, dass diese Anschauungsweise etwas Verlockendes besitzt, da es einestheils sicher ist, dass zwischen dem alkalischen Mundsafte und den sauren oder auch anderen Flüssigkeiten electrische Strömungen entstehen, andererseits der electrische Strom als ein starker Erreger der Geschmacksnerven seit alter Zeit durch die Untersuchungen von Volta, Pfaff, Ritter etc. bekannt ist. Liegt die positive Electrode an der Zungenspitze, die negative an einer anderen Körperstelle an, so tritt ein saurer, im umgekehrten Fall ein laugenartiger Geschmack auf, den electrolytischen Produkten an den Electroden entsprechend. J. Rosenthal hat nachgewiesen, dass diese elektrische Geschmacksempfindung sauer am positiven, alkalisch am negativen Pole auch bei Anwendung sogenannter unpolarisirbaren Electroden eintritt, man hat aber auch bei diesem Versuche an die Abscheidung electrolytischer Produkte an der Grenze ungleichartiger feuchter Leiter zu denken. Als Haupteigenschaft bedürfen, wie schon angegeben, die schmeckbaren Substanzen das Vermögen, sich in Wasser oder den Mundflüssigkeiten zu lösen. Auch Gase können sich in ihnen lösen und dann geschmeckt werden, z. B. schwefelige Säure. Die Löslichkeit eines Stoffes in Wasser ist aber kein Maass für seine Schmeckbarkeit; manche sehr leicht lösliche Stoffe sind trotzdem wenig, manche andere, die wenig löslich sind, stark schmeckend. Nach Valentin's Versuchen ergibt sich eine Reihe für verschieden schmeckbare Stoffe, in welcher das folgende Glied noch in einer stärkeren Verdünnung geschmeckt werden kann als das vorhergehende: Syrup, Zucker, Kochsalz, Aloeextract, Chinin, Schwefelsäure. Zu einer ähnlichen Reihenfolge kam Camerer.

Je nach dem Concentrationsgrade der Lösung wächst für ein und dieselbe Substanz die Intensität der durch sie hervorgerufenen Geschmacksempfindung; ebenso mit der Grösse der Berührungsfläche und der Dauer der Einwirkung. Auch durch stärkeres Einreiben der schmeckenden Substanzen in die Zungenschleimhaut wird die Intensität des Geschmacks vermehrt. Doch ist das Unterscheidungsvermögen für verschiedene Concentrationsgrade der schmeckbaren Körper im Allgemeinen gering. Es wächst anfangs mit zunehmender Concentration und nimmt dann wieder ab (Keppler). Die Geltung des psychophysischen Gesetzes ist für die Geschmacksreize noch nicht erwiesen. Bei sehr concentrirter (schmerzhafter) Einwirkung schmeckbarer Stoffe treten eigenthümliche Geschmackstäuschungen auf, so schmeckt z. B. concentrirte Kalilauge sehr intensiv sauer (J. Ranke). Nach der Einwirkung des Schmeckstoffes auf die Geschmacksorgane verfliesst ein kleiner Zeitraum bis zum Eintritt der Geschmacksempfindung. Am raschesten erfolgt die letztere beim Salzigen, dann folgt Süss, Sauer, Bitter (Schirmer).

Verschiedene Momente stumpfen die Feinheit des Geschmackes ab, es genügt dazu schon Trockenheit der Zunge, noch mehr entzündliche Veränderungen ihrer Schleimhaut; ebenso sehr intensive Geschmackseindrücke, die die Geschmacksnerven ermüden, auch Kälte und höhere Wärmegrade.

Einige Substanzen hinterlassen nach ihrem Verschlucken einen lang-

ıuernden Nachgeschmack, der wohl meist in restirenden Partikelchen der hmeckbaren Substanz in der Schleimhaut der Zunge, manchmal vielleicht auch Erregung der Geschmacksnerven vom Blute aus seinen Grund hat. Zu tzterer Annahme hält man sich durch die Erfahrung berechtigt, dass Nach-schmäcke nach dem Verschlucken von vollkommen umhüllten Pillen beob-htet werden.

Bei dem Geschmacke sind noch andere deutliche Nachempfindungen ı beobachten, das Schmecken einer Substanz verändert den Geschmack einer ıderen. Der Geschmack des Käses erhöht den für Wein, der des Süssen ver-irbt ihn. Nach dem Kauen von Kalmuswurzel schmeckte J. Müller Kaffee und lilch säuerlich. Der starke Geschmack der Säuren kann durch Zucker, auch urch Kochsalz für unsere Empfindung gemässigt, weniger lästig gemacht rerden. Wissenschaftlich ist es noch nicht gelungen, diese Consonanzen und issonanzen der verschiedenen Geschmäcke aufzufinden; die Receptirkunst und e Kochkunst haben ihre Harmonielehre der Geschmäcke, auf welcher nach iden Richtungen die Anwendung der Corrigentia beruht, ebenso praktisch twickelt, wie es die Malerei und Musik gethan hat. Auch subjektive Ge-hmäcke sind beobachtet.

Nach mehrfachen Angaben soll den verschiedenen Theilen der Mundhöhle ıe specifische Empfindlichkeit für verschieden schmeckende Körper kommen. Bittere Stoffe sollen z. B. mehr auf den Zungenrücken als auf die ınder der Zunge und die Zungenspitze wirken. Die Zunge gibt uns durch se Lokalisirung der Qualitäten ihrer Sinnesempfindungen an bestimmte ana-nisch getrennte Punkte, trotzdem dass im Uebrigen bei diesem Sinnesorgane Erforschung noch wenig geleistet hat, doch einige Anhaltspunkte für die urtheilung der Wahrnehmungen durch die übrigen Sinnesorgane. Wir können ıs die angeführte Eigenthümlichkeit, ihre Bestätigung vorausgesetzt, doch nur deuten, dass diesen verschiedenen lokalisirten Qualitätenempfindungen ver-hiedene Sinnesendapparate entsprechen. Ja es scheint sogar bei der Zunge, ss diese verschiedenen Qualitätenempfindungen verschiedenen Nerven zu-hören. Doch ist der Glossopharyngeus jedenfalls der Hauptgeschmacksnerv, r Empfindung des Bitteren steht er nach den Versuchen von Stannius jeden-lls allein vor. Nach einseitiger totaler Trigeminuslähmung sah man die Em-indung für süss und sauer auf der gelähmten Seite herabgesetzt, doch ist dieses sultat nicht konstant.

Die Geschmacksnerven stehen in reflektorischer Beziehung zu den Spei-ıeldrüsennerven (cf. diese).

Leydig's sechster Sinn.

Bei den Fischen finden sich allgemein verbreitet, am Kopf mehrreihig an-ordnet, dann einreihig jederseits von der Kiemenspalte bis zur Schwanz-sse an der Körperseite hinlaufende, die Schuppen durchbrechende Poren: die ɜitenlinie, die zu einem System selten kürzerer, meist verzweigter Gänge hren, welche man früher allgemein als schleimabsondernde Drüsen ansprach. ɪʏᴅɪɢ entdeckte in diesem Seitenorgan den Sitz eines sechsten, für das

Leben im Wasser berechneten Sinnes, der sich seiner Ansicht nach am nächsten dem Tastsinn anschliesst. In die Wandungen der mit Epithel ausgekleideten Gänge treten überall Zweige des Nervus lateralis ein und endigen hier in eigenthümlichen knopfartigen Anschwellungen nach Art eines Sinnesepithels. Diese Nervenknöpfe sind Hügel der Cutis mit specifisch umgeformter epithelialer Bekleidung, im Centrum zeigen sie birnförmige Sinneszellen, welche nach oben in ein feines starres Haar, nach unten in einen varicösen Axencylinderfortsatz auslaufen (F. Leydig, F. E. Schulze). F. E. Schulze stimmt mit Leydig in der Anerkennung des sechsten Sinnes überein, er findet hinsichtlich der Art der Nervenendigungen eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Gehörorgan, das, wie wir sahen, in Bau und Functionen den Organen des Tastsinnes am nächsten steht; F. E. Schulze sieht in den Organen des sechsten Sinnes einen Sinnesapparat, geeignet zur Wahrnehmung von Massenbewegungen des Wassers gegen den Fischkörper oder des letzteren gegen die umgebende Flüssigkeit: die normale Erregung erfolgt durch gröbere, durch das Wasser fortgeleitete Stosswellen mit längerer Schwingungsdauer, als sie den das Gehörorgan afficirenden Wellen zukommt. Experimentelle Untersuchungen über die Functionirung der Seitenorgane haben bis jetzt noch zu keinen entscheidenden Resultaten geführt.

Die Verbreitung dieser oder ganz analoger Organe ist ausser bei allen Fischen bei verschiedenen Wasserthieren nachgewiesen: bei den im Wasser lebenden Formen der Amphibien (F. E. Schulze), insbesondere im Larvenzustand, z. B. Salamanderlarven, aber freiliegend, nicht von Kanälen umschlossen, dann in den Follikeln des Zitterrochens (Savi), bei Gliederwürmern (Capitelliden) (H. Eisig). Wahrscheinlich functioniren bei anderen Thieren ähnliche Organe, z. B. die Borstenhaare an der Haut der Fischsäuger für denselben Sinn, vielleicht auch die »Riechstäbchen« oder die Hensen'schen Hörhaare (cf. oben S. 937) der im Wasser lebenden Crustaceen etc.

Physiologie der nervösen Centralorgane.

Sechsundzwanzigstes Capitel.

I. Rückenmark und Gehirn.

Grösse und allgemeine Ausbildung des Gehirns.

Mit voller Uebereinstimmung spricht sich die moderne Wissenschaft dahin s, dass bei dem Menschen und den höheren Wirbelthieren der Sitz des Be- asstseins und aller höheren geistigen Eigenschaften in das Gehirn, und zwar rwiegend in die graue Rinde des Grosshirns verlegt werden müsse. Bei nie- ren Wirbelthieren haben sich die Meinungen noch nicht vollkommen abge- ärt. Man hat bei den letzteren Experimente, welche zu dem Schlusse benutzt urden, dass nach Abtrennung des Gehirns das Bewusstsein noch nicht voll- mmen verloren sei. Man spricht in diesem Sinne von einer: »Rücken- arksseele«, indem man bei niederen Wirbelthieren dem Rückenmark ein wisses Bewusstsein zuschreibt. Diese Anschauungen gründen sich vor allem if die hohe Zweckmässigkeit der nach dem Abtrennen des Gehirns bei diesen ieren noch eintretenden Reflexbewegungen, welche z. Th. den Charakter 's Ueberlegten, des Praemeditirten zu haben scheinen. Wir werden unten ese höchst merkwürdigen Erscheinungen vorführen. Hier wollen wir vor- ufig bemerken, dass Zweckmässigkeit der Handlung noch kein Beweis dafür t, dass die Handlung mit Bewusstsein erfolgte. Im normalen Zustande ist sich r Mensch seiner Handlungen und der Zweckmässigkeit derselben bewusst. dem wir die Welt um uns anthropomorphosiren, sind wir geneigt, bei veckmässigen Handlungen der Thiere auch diesen stets ein Bewusstsein on denselben zuzuschreiben. Aber wir werden sehen, dass auch bei em Menschen zweckmässige Handlungen, welche meist mit Bewusstsein er- lgen, ohne Bewusstsein eintreten können, dass das Bewusstsein zu ihrem Zu- andekommen nicht erforderlich ist. Die Betrachtung der Reflexe zeigt uns eiter, dass in Nervenbahnen, welche während des unversehrten Lebens öfter rregt wurden, die Reflexerregung leichter eintritt. Ja es scheint, dass diese erminderung der Widerstände auf oft betretenen Reflexbahnen sich von Indi- iduum zu Individuum vererben kann (Darwin). Im unversehrten Leben auf estimmte Reize oftmals erfolgte Bewegungen werden sonach auch nach dem ntfernen des Gehirns einfach reflektorisch leichter eintreten als andere im

Leben ungewohnte Bewegungen, und es kann solchen Bewegungen daher auch aus diesem Grunde noch ein gewisser Schein, ein Rest von Ueberlegung anhaften. Unbestreitbare Beweise von dem Vorhandensein einer Rückenmarksseele sind bisher auch für die niederen Wirbelthiere noch nicht erbracht.

Andererseits sind wir über den allgemeinen Satz, dass bei dem Menschen und den höheren Säugethieren der Sitz der höheren psychischen Thätigkeiten das Gehirn sei, bisher nur wenig hinaus gekommen. Vergleichen wir die Gehirne der Wirbelthiere in aufsteigender Reihe mit dem des Menschen, so erkennen wir, dass mit der steigenden psychischen Entwickelung nicht nur eine Zunahme der Gehirngrösse, sondern auch eine ansteigende Ausbildung des Gehirns annähernd Schritt hält. Die Gehirne aller Wirbelthiere sind sich in der embryonalen Anlage ähnlich, aber während das Gehirn der niedersten Wirbelthiere, der Fische und Amphibien, auf einer den höher entwickelten Gehirnen gegenüber gleichsam embryonalen Bildungsstufe stehen bleibt, sehen wir das Gehirn in der zum Menschen aufsteigenden Reihe der höheren Wirbelthiere in immer höherem Maasse und namentlich in Beziehung auf das Grossgehirn von dem embryonalen Zustande sich entfernen. Diese höhere oder geringere Ausbildung des Gesammtgehirns lässt sich jedoch nicht einfach dadurch ziffermässig konstatiren, dass man das Gesammtgehirngewicht mit dem Gesammtkörpergewicht der animalen Wesen in Proportion setzt. Der Mensch, das psychisch höchst entwickelte Wesen der animalen Reihe, hat in dieser weder das absolut noch relativ zum Körpergewicht grösste Gehirngewicht. Nicht einmal in derselben Species, z. B. bei dem Menschen, dürfen wir aus der wechselnden Relation von Gehirn- und Körpergewicht einen Schluss auf höhere oder niedrigere psychische Begabung wagen. Innerhalb der Breite vollkommener Gesundheit kann ja das Körpergewicht bei gleich grossen Erwachsenen des gleichen Geschlechts um mehr als das Doppelte verschieden sein. Man hat darum vorgeschlagen, die Proportionalität zwischen Körperlänge und Gehirngewicht als Maass anzunehmen. Das scheint aber festzustehen, dass bei Gesundheit des Gehirns geistig höher begabte Menschen öfter ein höheres Gehirngewicht zeigten als minder begabte.

Nicht alle Theile des Gehirns sind für die höheren psychischen Thätigkeiten von gleicher Bedeutung. Alle Beobachtungen weisen darauf hin, dass das Grosshirn, und zwar vor allem seine graue, vorwiegend Ganglienzellen führende Hirnrinde als Organ der höheren psychischen Thätigkeiten: Wille, Empfindung, Vorstellung, Bewusstsein, Selbstbewusstsein, angesprochen werden müsse. Je mehr sich die geistigen Fähigkeiten in der Thierreihe entwickeln, desto mehr überwiegt die Ausbildung des Grosshirns die der übrigen Gehirnabschnitte. Sein relatives Gewicht zu den übrigen Hirntheilen, die Tiefe und Zahl seiner Windungen zeigen sich bei den anthropoiden Affen höher ausgebildet als bei irgend welchen anderen Säugethieren, am höchsten finden wir die Ausbildung des Grosshirns in beiden Richtungen bei dem Menschen. Mit der Zahl und Tiefe der Windungen und Furchen der Grosshirnoberfläche nimmt die Oberfläche und Masse der grauen Rindensubstanz entsprechend zu. Die Gehirne geistvoller, psychisch und intellectuell hochbegabter Menschen fand man vielfach nicht nur im Ganzen voluminöser entwickelt, sondern namentlich auch in Beziehung auf die Grosshirnhemisphären. Auch die Windungen der letzteren erschienen

ıahlreicher und mannigfaltiger angeordnet, die Furchen tiefer. Die, freilich bis 'etzt noch wenig ausreichenden Beobachtungen zu einer vergleichenden Gehirn- ınatomie der Menschenrassen scheinen dabei mit aller Entschiedenheit darauf ıinzuweisen, dass die Ausbildung des Gesammthirns, namentlich aber seiner rossen Hemisphären, bei der Mehrzahl der Angehörigen der alten Kulturrassen im .llgemeinen und im Einzelnen eine vollkommenere sei, als bei Mitgliedern un- ivilisirter oder halbcivilisirter Völker. Für die Lokalisirung der höheren psy- hischen Begabung in der Grosshirnrinde spricht auch die tägliche Erfahrung er Aerzte. Bei durch krankhafte Processe erworbener oder angeborener xtremer Kleinheit oder Entartung beider Hemisphären des Grosshirns, na- ıentlich aber bei Störungen in dem anatomischen und physiologischen Ver- alten seiner Oberfläche findet sich Beeinträchtigung der psychischen Thätig- eiten: Blödsinn, Irrsinn oder Bewusstlosigkeit, Sopor, abnorme psychische rregung. Ein normales psychisches Verhalten beruht auf normaler Ausbildung nd normaler vegetativer Functionirung (Ernährung etc.) des Grosshirns und einer Rinde; höhere psychische Begabung scheint eine höhere, namentlich auch amerisch gesteigerte Entwickelung der in der grauen Hirnrinde gelegenen inzelcentren nervöser Thätigkeit, der Ganglienzellen, vorauszusetzen, wie sie ei relativer Vergrösserung der Oberfläche des Grosshirns durch zahlreichere nd verwickeltere Windungen und tiefere Furchen gegeben ist. MEYNERT -klärt (cf. unten) die Fläche der grauen Hirnrinde für das Projectionsfeld, welches die Eindrücke von allen centripetal leitenden nervösen Bahnen her ndlich einstrahlen, in die verschiedensten Wechselbeziehungen treten, um on da aus zum Theil wieder auf centrifugal leitende Bahnen zur Hervorrufung on Bewegungen übertragen zu werden. In diese Vorgänge in der Hirnrinde chieben sich, anders als bei den eigentlichen unten zu besprechenden Reflexen, elche vollkommen unbewusst ablaufen können und meist wirklich unbewusst blaufen, gleichsam als Zwischenglieder zwischen die mechanischen Thätigkeiten er Reizübertragung von der sensiblen auf die motorische Sphäre, bewusste mpfindungen ein, zu deren Auslösung das Vorhandensein und das normale natomisch-physiologische Verhalten der Ganglienzellen der grauen Rinde des rosshirns unentbehrlich erscheinen. Von den Reflexen unterscheiden sich iese Vorgänge in der Rinde des Grosshirns unter anderem auch dadurch, dass ie durch äussere Einwirkungen dort hervorgerufenen Erregungszustände trotz oher (genügender) Reizstärke nicht sofort Bewegung der motorischen Sphäre ervorbringen müssen. Es kann sich eine Summe verschiedenartiger und un- leichzeitiger bewusster, sensibler Eindrücke dort gleichsam aufspeichern, um ntweder niemals oder nach Ablauf verschieden langer Zeiten in »willkürlicher« olge motorische Thätigkeiten zu veranlassen.

Zur vergleichenden Physiologie. — Um die höhere Entwickelung des Gehirns in r aufsteigenden Thierreihe zu konstatiren, hat man vielseitig vergleichende Bestimmungen r Hirngewichte angestellt, sowohl absolute als relative in Vergleichung mit dem Gesammt- ırpergewicht. Beide Methoden können im Einzelnen kein genaues Bild geben. Absolut ist ıs Walfischgehirn und das Elephantengehirn schwerer als das des Menschen; eine Verglei- ung mit dem Gesammtkörpergewicht aber weist dem psychisch hochbegabten Elephanten ie dem Walfisch) eine relativ viel zu tiefe Stellung ein. Umgekehrt ist es bei den Ge- rnen der Singvögel. Man hat auch die wahre Grösse der Oberfläche der Hemisphären zu

bestimmen gesucht, d. h. die Oberfläche ihrer grauen Substanz, deren Einfaltungen man sich hierbei alle in eine Fläche ausgebreitet denkt. Wie oben schon angedeutet, gibt diese Methode nicht einmal bei dem Menschen zweifellose Resultate, bei Thieren (Wiederkäuern), welche nicht durch ihre Intelligenzentwickelung berühmt sind, sehen wir die Hirnwindungen verhältnissmässig gut entwickelt, während sie bei niederen Affen, dem Hund, dem Biber u. a. psychisch höherstehenden Thieren eine weit geringere Entwickelung zeigen. Meynert fusst bei seinen Hirnvergleichungen auf Johannes Müller, der als Maassstab für die relative Hirnentwickelung die Hemisphären des Grosshirns mit dem Corpus quadrigeminum vergleicht. Meynert zeigt, indem er Durchschnitte durch Menschengehirne in der Höhe der Vierhügel mit analogen Durchschnitten von Säugethiergehirnen verglich, dass, im Zusammenhang mit der steigenden Entwickelung der Hemisphären, bei dem erwachsenen Menschen die Masse des Fusses der Grosshirnschenkel die Masse der Haube der Grosshirnschenkel beträchtlich überwiegt, während das umgekehrte Verhältniss für die Säugethiere gilt. Auch bei neugeborenen Menschen ist der Fuss des Hirnschenkels noch schmächtig entwickelt. Bei den Thieren ist ebenfalls der Fuss in seiner relativen Ausbildung zur Haube verschieden je nach der grösseren oder geringeren Ausbildung der Hemisphären des Grosshirns. Die Fasern des Fusses der Hirnschenkel treten in die Brücke ein, diese wird mit der stärkeren Entwickelung des Fusses höher, von hier gelangen sie in die Pyramiden des verlängerten Marks. Beim Menschen drängen daher die massigen Pyramiden die Oliven, welche bei den Säugethieren hinter den dünnen Pyramiden liegen, zur Seite (cf. d. folg. Abschnitt.)

Schema des feineren Gehirnbaues.

Die modernen physiologischen Anschauungen über den Faserverlauf im Gehirn und das Verhältniss der Fasern zu den Ganglienzellen der grauen Gehirnsubstanz basiren vorzugsweise auf den Untersuchungen und der zusammenfassenden Darstellung des bisher Erforschten durch Meynert. Wir müssen uns hier auf die Wiedergabe von Meynert's schematischer Beschreibung des feineren Gehirnbaues beschränken.

Meynert sieht den Bauplan des Gehirns und seiner verwickelten Bahnen auf drei physiologischen Grundgedanken basiren. Erstens besitzt jede Nervenzelle als functionelles Attribut die Empfindlichkeit, welche unter bestim-

[redacted]

wir vor allem unser Augenmerk auf den Zusammenhang der Ganglienzellenanhäufungen der grauen mit den Faserzügen der weissen Substanz zu richten.

Die Ganglienzellen gliedern sich im Gehirn in vier Kategorien grauer Anhäufungen. Die oberste Masse, welche die gesammten Nervenfasern des Gehirnmarks aus sich entspringen lässt, ist die Grosshirnrinde, das flächenhafte Grau der Grosshirnhemisphäre. Die Nervenzellen der Gehirnganglien (Gall) bilden das zweite oder Gangliengrau. Das dritte oder centrale Höhlengrau überkleidet als bleibender Ausdruck der entwickelungsgeschichtlichen Grundform des Gehirns vom Tuber cinereum bis zum Conus medullaris die Innenfläche des einstigen Hirnrückenmarkscanals. Die graue Substanz des Kleinhirns, das Kleinhirngrau, findet sich theils in flächenhafter Verbreitung, theils in zerstreuten Zellenformationen; zu ihm gehören einerseits die oberflächlichen und tiefen grauen Massen des Kleinhirns selbst, andererseits die graue Substanz innerhalb der vom Kleinhirnmark durchflochtenen Abschnitte des Grosshirnstammes.

Alle Leitungsbahnen des Gehirns entspringen oder enden in den unzählbaren Nervenzellen der Grosshirnrinde, welche nach Meynert's Ausdruck wie eine Mütze die gesammte Gehirnoberfläche überkleidet. Das aus den Ganglienzellen der Hirnrinde hervorgehende Convolut motorischer und sensitiver Fasern muss grossentheils das Hinterhauptloch passiren, um die Körperorgane zu erreichen. Die Nervenfasern ordnen sich hierbei zu einer strahlenförmigen Convergenz, welche im Hirnstamm und Rückenmark immer gegen das centrale Höhlengrau gewendet ist. Erst nachdem die centralen Nervenfäden das Höhlengrau durchsetzt haben, verlaufen sie divergirend, das periphere Nervensystem bildend, zu den Körperorganen. Durch diese Organisation ist der Contact der die Empfindung vermittelnden Hohlkugel der Grosshirnrinde mit den Sinnesorganen und dem Gesammtkörper und durch diesen mit der Aussenwelt vermittelt. Die Erregungen der Sinnesnerven, gleichsam die Bilder der Aussenwelt, projiciren sich in die Hirnrinde. Den grossen Abschnitt des Nervensystems, Fasern mehrfach durch graue Masse unterbrochen, welcher diesem Projectionsvorgang dient, bezeichnet Meynert als das Projectionssystem (Fig. 249, P_1, P_2, P_3); die Grosshirnrinde nennt er Projectionsfläche; die Aussenwelt resp. die durch sie (oder innere Ursachen) gesetzten Veränderungen in unserem peripheren Nervensystem das Projicirte. Auch die Muskulatur des eigenen Körpers und alle aus inneren Ursachen empfindlichen Organe gehören zu dem Projicirten.

Das Projectionssystem (Fig. 249 (1.) P_1, P_2, P_3) gliedert sich in drei Hauptabschnitte. Das obere Glied (P_1, P_1' und *Br*) erscheint als ein im Allgemeinen radiäres, von der Grosshirnrinde entspringendes Fasersystem, welches sich peripherisch zunächst in das Gangliengrau (*cs*, *Th*, *Qu*) einsenkt. Aus diesem, aus den Hirnganglien, welche unterbrechende Knotenpunkte für den Faserlauf darstellen, geht als zweites Glied des Projectionssystems (P_2) das Hirnschenkelsystem hervor, welches sich mit dem centralen Höhlengrau verbindet. Aus letzterem entspringt dann das dritte Glied des Projectionssystems (P_3), welches alle jene Fasern umfasst, die aus dem centralen Höhlengrau hervorkommen, von dem Ursprungsbett des dritten Gehirnnervenpaares im Grau des Aquaeductus Sylvii an bis zu den Ursprungskernen des untersten Steissnerven im Rückenmark.

Fig. 249, 250 und 251. **Ein horizontaler und zwei sagittale Längsabschnitte d[…] Gehirn von Vespertilio pipistrella zur Versinnlichung der Grundzüge des Gehi[…]**

Fig. 249.

Fig. 250.

Fig. 251.

Gemeinsame Bez[…] *F* der Stirntheil, […] terhauptstheil, *Tp* […] fentheil des Gr[…] pens oder Vorder[…] der Riechlappen. […] sichtige Scheidew[…] der Gyrus hippo[…] dem Gewölbe. *T* […] as Fibrae propriae […] hirnrinde (Auss[…] deli. *L* Vorder- […] horn des Seitenve[…] *Cs* — *Cs* Ganglien[…] Vorderhirnes (St[…] und Linsenkern). — […] glienmasse des Zw[…] nes (Sehhügel). — […] Glied des Projection[…] für die Ganglienm[…] Vorderhirnes. *F* […] Glied des Projection[…] für die Ganglienm[…] Zwischenhirnes, […] (das Gewölbe) […] *Qu* die Ganglienm[…] Mittelhirnes (Vierh[…] *Br* oberes Glied […] tionssystems für […] hirn (Vierhügel[…] mediale Basis […] nes (Lam. perf […] mittleres Glied […] onssystems […] des Vorderhirns […] Hinterschenkel, […] abgeschnitten […] gung seines […] fes nach der […] Fig. 250 *Pg* durch […] fortgesetzt. — […] lere Glied des Pro[…] systems aus […] massen des Zwisch[…] und Mittelhirnes […] Hirnschenkels. […] tere Längsbündel […] *Ca* die vordere Comm[…] *Cm* die weiche Comm[…] Sehhügel. — *m* […] Höhlengrau des Zwi[…] nes (3. Ventrikel). — […] Trichter, *Ag* der […] Höhlengrau des Mi[…] (um die Wasserlei[…] die Zirbel. — […] Commissur. — […] schlitz des grossen […] — *Pl* Plexus […] *Cb* das kleine Geh[…] der Strickkörper […] rolsbrücke. — $P_{2}a$ die Pyramidenbahn (Fortsetzung des Hirnschenkelfusses). — *Pgr* die Fortsetzung de[…] Haube im Projectionssystem der Brücke und Oblongata. — *Rb* Massendurchschnitt der Kleinhirnque[…]

In den Grosshirnhemisphären finden sich, ausser den Fasern des ersten ›des des Projectionssystems noch drei weitere Fasersysteme, von denen vor m die Balkenfasern und die Bogenfasern hervortreten. In dreifacher Weise durch diese Fasersysteme, innerhalb der Grosshirnhemisphäre, abgesehen dem Projectionssysteme eine Verbindung verschiedener Rindenabschnitte er sich vermittelt. Die Bündel der Balkenfasern (Fig. 249 u. 250 *T*) verigen die identischen Rindengebiete beider Grosshirnhemisphären. differenten Rindengebiete der letzteren hängen unter einander — esehen von den Verbindungen durch das graue Fasernetz der Fortsatzanastoɪen der Ganglienzellen — durch die Bogenfasern, Fibrae arcuatae s. propriae, ɴᴇʀᴛ's Associationssystem, zusammen, welche (Fig. 249 u. 251 *aa*) eine die enfläche der Rinde continuirlich begleitende Schicht, bestehend aus Bündeln längerem und kürzerem Verlauf, darstellen. Ausserdem finden sich im Mark Grosshirns noch Bündel, welche auf eine Verbindung der Grosshirnıde mit der Kleinhirnrinde hinzielen, die sich im Bindearm zu einer onderten, in der Brückenregion oberflächlich liegenden Formation sammeln.

Indem die Fasern des Projectionssystems in ihrem Verlauf von der Grossɪoberfläche zu den Organen die Unterbrechungsmassen der oben ıannten, unter der Grosshirnrinde gelegenen grauen Substanzen durchsetzen, let (abgesehen von dem centralen Höhlengrau, bei welchem das gegentheilige ·hältniss eintritt) eine Reduction in der Faserzahl statt. In bedeutender ·htigkeit, grösstentheils in der Form des Stabkranzes, tritt das erste Glied Projectionssystems in die graue Substanz der Grosshirnganglien ein, und mindert sich von da aus allmälig bis auf den unansehnlichen Umfang der ›kenmarksstränge, und zwar nimmt bei dieser Reduction nicht nur die all neine Fasersumme, sondern auch die Zahl der besonderen Verlaufsbündel die sich innerhalb des Projectionssystems unterscheiden lassen.

Das erste Glied des Projectionssystems (P_1) sendet an der Eintrittsstelle in Grosshirnganglien zu jedem der grauen Herde der letzteren eine besondere, ›egrenzte Fasermasse. Fig. 249—251 zeigen von diesen besonderen Massen Einstrahlungsmassen (P_1) in den Streifenhügel und den Linsenkern (*Cs*), ın (P_1' und *Br*) die Einstrahlungsmassen in den Sehhügel (*Th*) und Vier- ›el (*Qu*); *f* bezeichnet das Gewölbe, das Projectionsbündel der Rinde für den deren Höcker des Sehhügels. Diese Vielheit der Endigungsbahnen des ›en Gliedes des Projectionssystems, ist nach dem Austritt der Fasern aus den ıglienmassen im zweiten Glied des Projectionssystems, dem Hirnschenkel, nur noch zwei gesonderte Bahnen, auf eine vordere und eine hintere Bahn Hirnstammes: den Fuss des Hirnschenkels (Fig. 249 und 251 P_2) und die ube des Hirnschenkels (Fig. 250 und 251 *Tg*), reducirt. Diese setzen sich lie vordere (Fig. 250 P_1 *a*) und die hintere Abtheilung (Fig. 249, 250, 251 $P_2 r$) Brücke und der Medulla oblongata fort und gehen endlich als Markmantel Rückenmarks in ein morphologisch einheitliches Gebilde über.

---

r Durschschnitt des Stratum zonale. — *D* die oberen Oliven. *C* anscheinende Commissur der oberen Oliven. die untere Olive. — *Fr* das centrale Höhlengrau im Gebiete des Hinterhirnes und Nachhirnes als Rautene. — *Gr* das centrale Höhlengrau im Gebiete des Nachhirnes und Rückenmarkes um den Centralcanal (*Cc*). — er zarte Strang — P_3 das untere Glied des Projectionssystems in Fig. 249, im Gebiete des Mittelhirnes als us oculomotorius, im Gebiete des Nachhirnes als Nervus facialis, in Fig. 251 P_3' Quintus, P_3'' Facialis. II. Nerɔpticus.

Die physiologische Bedeutung der Einschaltung von Ganglienzellen in den Faserverlauf im Centralnervensystem, erkennt Meynert darin, dass die Schaltzellen ausser der zwar gegliederten, aber geraden Fortführung einer centripetalen oder centrifugalen Leitung noch Umbeugung nach Centren hin vermitteln, die seitlich von der directen (geraden) Fortpflanzungsrichtung des Projectionssystems gelegen sind. Als Beispiel führt Meynert die durch pathologisch-anatomische Erfahrung bewiesene centrifugale Leitungsbahn an, welche aus der Grosshirnrinde durch Streifenhügel und Linsenkern, Hirnschenkelfuss, Brücke und Pyramide des verlängerten Marks zu den vorderen Rückenmarkswurzeln gelangt (Fig. 249 und 251 P_1, Cs, P_2; Fig. 250 P_2a). Der über seinem Eintritt in die Brücke noch relativ mächtige Hirnschenkelfuss wird dadurch auf die viel dünnere Pyramide, die seine directe Fortsetzung im Projectionssystem darstellt, reducirt, dass ein grosser Theil seiner Fasern durch den Brückenarm in das Kleinhirn umbiegt und so die Bahn des Projectionssystems verlässt. Die Zahl der aus der Grosshirnrinde z. B. in den Linsenkern einstrahlenden Fasern wird hier also durch die Verbindung mit den Ganglienzellen nicht nur absolut vermindert, der Rest vertheilt sich nach dem Austritt auch auf zwei sich trennende Bahnen, von denen die eine zum Kleinhirn und nur die andere zum Rückenmark gelangt.

Für die Physiologie des Gehirns von höchster Bedeutung ist die erwähnte Entdeckung Meynert's, dass sich im Hirnschenkel das aus den Gehirnganglien austretende Projectionssystem auf nur zwei Bahnen: Fuss und Haube zu reduciren beginnt, deren physiologische Bedeutung festgestellt werden konnte. Meynert trennt die dem Hirnschenkel Faserbahnen zusendenden Ganglien in Ganglien des Fusses, vor allem den geschwänzten Kern und den Linsenkern, und Ganglien der Haube, vorzüglich Sehhügel, Vierhügel und den inneren Kniehöcker. Die Massenentwickelung des Hirnschenkelfusses und seiner Ganglien zeigt sich von der Massenentwickelung der Hirnschenkelhaube mit ihren Ganglien, wenn wir die Gehirne der verschiedenen Säugethiere mit dem des Menschen, oder das Gehirn des Neugeborenen mit dem des erwachsenen Menschen vergleichen, in auffallender und vollkommen charakteristischer Weise verschieden. Die Haube des Hirnschenkels mit ihren Ganglien, in erster Linie Vierhügel und innerer Kniehöcker, ist bei Thieren im Verhältniss zum Hirnschenkelfuss und seinen Ganglien um so massiger entwickelt, je geringer die relative Massenentwickelung der Grosshirnhemisphären ist. Die Figuren 249, 250, 251 zeigen dementsprechend die relativ äusserst dürftige Entwickelung der Bahn des Fusses (P_2, P_2a) zu der der Haube (Ty u. P_2r) bei dem Gehirn der Fledermaus, im Zusammenhang mit der geringen Entwickelung der Grosshirnhemisphären. Dagegen steigt und fällt die Massenentwickelung des Hirnschenkelfusses und seiner Ganglien mit der Massenentwickelung der Grosshirnhemisphären, sodass der Mensch z. B. den am mächtigsten entwickelten Linsenkern und den massigsten Hirnschenkelfuss besitzt. Bei dem Neugeborenen zeigt sich der Fuss des Hirnschenkels 'geringer entwickelt, als bei dem Erwachsenen.

Für die physiologische Deutung dieses wechselnden Verhältnisses der Entwickelung der Haube und des Fusses beruft sich Meynert, ausser dem dargelegten anatomischen Ergebnisse, auf zwei pathologisch-physiologische Grund-

erfahrungen. Die Zerstörung der Ganglien des Hirnschenkelfusses setzt volle Hemiplegie, die Willkürbewegungen sind dadurch für die entsprechende Seite vollkommen aufgehoben; dagegen gehen die Reflexbewegungen auf äussere Reize noch vollkommen ungestört vor sich, wenn die gesammten oberen Partien des Grosshirns bis auf die Ganglien der Haube experimentell bei Thieren abgetragen werden. Diese Erfahrungen zwingen zu der Voraussetzung, dass die Organe des Thierkörpers in zweimaliger Projection: einmal durch den Fuss, einmal durch die Haube im Gehirn vertreten, dabei aber nur durch den Fuss des Hirnschenkels in Abhängigkeit von dem Leben der Grosshirnhemisphären gesetzt sind. Die durch die Haube geleitete Bahn ist die allgemeine Reflexbahn, welche ungestört bestehen kann, wenn die durch den Fuss geleitete Willkürbahn ausgeschaltet, oder wie bei dem Neugeborenen noch nicht functionell entwickelt ist. Diese Lehren Meynert's bilden die wesentlichste Grundlage für alle weiteren Forschungen in der Gehirnphysiologie und physiologischen Psychologie.

Das centrale Höhlengrau haben wir oben ausgeschlossen aus der Gruppe jener Ganglienmassen, welche eine Reduction der von der Grosshirnrinde zu den Organen verlaufenden Nervenfasern hervorbringen; es ist im Gegentheil ein Centrum für reichliche Vermehrung der Fasern. Dieses Verhalten spricht sich namentlich in der Thatsache aus, dass die Faseranzahl der vom Rückenmark entspringenden Nervenwurzeln die Faseranzahl der Rückenmarksstränge bedeutend übertrifft. Das centrale Höhlengrau (Fig. 250) beginnt in der Region des Zwischenhirns als Bekleidung der durch die mittlere Commissur (*Cm*) ringförmigen Höhle des III. Ventrikels (*m*), die sich in das Lumen des Trichters (*J*) fortsetzt. Im Mittelhirn umgibt es den Aquaeductus (*Ag*), breitet sich im Hinterhirn als Rautengrube (*Fr*) aus, und schliesst in der unteren Hälfte der Oblongata, sowie im Rückenmark (*Gr*) den Centralkanal (*Cc*) ein. Wie im Rückenmark entspringen auch die das dritte Glied des Projectionssystems repräsentirenden Hirnwurzeln (Fig. 249 und 251, P_3) mit einer reicheren Fasersumme aus dem centralen Höhlengrau, als mit der sie im Hirnschenkel repräsentirt sind.

Die Lokalisirung der Functionen der Grosshirnrinde.

Die Erfahrung, dass das Centralorgan der Empfindung, das Gehirn, wenigstens an der Oberfläche der grossen Hemisphären unempfindlich sei, ist eines der ältesten Vivisectionsergebnisse, welches auch für den Menschen bei Kopfverletzungen, die das Schädeldach durchdrangen und das Gehirn bloslegten, stets bestätigt werden konnte. Die hippokratische Schule liess sich sogar durch den missverstandenen Augenschein an der dem natürlichen Gefühle so naheliegenden Ansicht von der Bedeutung des Gehirns — Hauptes — als Centrum der Bewegung und Empfindung, welche von einigen alten Philosophen gelehrt worden war, ganz irre machen. Man sah in dem Gehirne nichts als einen weissen schwammartigen, drüsigen Theil — es wird in den hippokratischen Schriften unter den Drüsen abgehandelt — und glaubte es vorzüglich dazu bestimmt, die Feuchtigkeit des Leibes an sich zu ziehen. »Wie kann«, sagt Aristoteles in seinem Buch über die Theile der Thiere, »das Gehirn der Sitz der

empfindenden Seele sein, da es ja keine Gemeinschaft hat mit den Theilen, welche empfinden (dies waren ihm die fleischartigen), und da es selber, wenn es berührt wird, kein Gefühl zeigt.« Von ARISTOTELES stammt übrigens die Angabe, dass der Mensch unter allen Thieren das grösste Gehirn habe. Doch sind nicht alle Theile des Gehirns unempfindlich. Schmerz erregt z. B. die Reizung des Bodens des vierten Ventrikels, des verlängerten Marks, der Grosshirnschenkel, der Vierhügel, der zur Brücke gehenden Schenkel des kleinen Gehirns, der Ursprungsstelle des Trigeminus.

Mit erneuter Energie hat sich in dem letzten Jahrzehnt die Untersuchung der Frage über die Functionirung des Grosshirns, namentlich auch bezüglich der höchsten psychischen Functionen zugewendet. Durch Beobachtungen der Erfolge pathologischer und experimenteller Hirnläsionen und Reizungen suchte man die Thätigkeit des Grosshirns im Allgemeinen und die seiner einzelnen Theile festzustellen. Noch immer sind die Ansichten getheilt, es ist aber nicht zu verkennen, dass namentlich in Folge der Anregung, welche diese Untersuchungen durch HITZIG und FRITSCH erhalten haben, die Antwort auf die einschlägigen Fragen, in welchen sich Physiologie und Psychologie direct berühren, eine bestimmtere Fassung gewinnt.

Es stehen sich zwei wissenschaftliche Meinungen gegenüber, welche sich beide auf Ergebnisse des Experiments und der Beobachtung berufen können. Die Mehrzahl der wissenschaftlichen Thatsachen schien bisher dafür zu sprechen, dass jeder Theil des Grosshirns, resp. seiner graue Ganglienzellen enthaltenden Rindensubstanz in gleichartiger Weise für die Bethätigung der höheren Seelenthätigkeiten functionire, sodass lediglich je nach ihrer verschiedenen Grösse die einzelnen Grosshirnabschnitte sich mehr oder weniger an dem Gesammterfolg betheiligen würden.

Man hatte beobachtet, dass eine durch pathologische Processe beim Menschen oder durch das Experiment bei Thieren erfolgte functionelle Ausschaltung, Abtragung und Entfernung von Grosshirnabschnitten nicht ausnahmslos und mit Nothwendigkeit bestimmte und dauernde Veränderungen hervorbringe. Es schien, als könnten die nach krankhafter Zerstörung oder nach Abtragung noch vorhandenen unverletzten Hirntheile die Function der ausgeschalteten übernehmen. Es wurde konstatirt, dass angeborene oder pathologisch erworbene abnorme Kleinheit einer Grosshirnhälfte nicht wie die doppelseitige nothwendig, oder wenigstens nicht dauernd mit Störungen in der motorischen, sensiblen oder psychischen Sphäre verknüpft sei. Vielfach vermisst man solche Störungen bei namentlich langsam ausgebildeten Defecten oder Erkrankungen grösserer oder kleinerer Partien einer Hemisphäre. In FLOURENS' u. A., namentlich HERTWIG's Experimenten wurde das grosse Gehirn scheibenweise abgetragen, einmal von vorn nach hinten, ein anderes Mal von hinten nach vorn, ein drittes Mal von aussen nach innen. Die Operation schien vollkommen wirkungslos zu bleiben, wenn FLOURENS von einer beliebigen Partie des Grosshirns eine geringe Menge von Substanz entfernte; nahm er dagegen an irgend einer Stelle ein grösseres Stück fort, so wurden, wie er angiebt, Bewegungs- wie Sinnesfunctionen gleichmässig, und bei Wegnahme gleichgrosser Stücke in gleichem Grade geschwächt. Bei einer gewissen Maximalgrösse der ausgeschalteten Hirnmasse verschwand mit einem Mal der gesammte, bis dahin noch be-

stehende Rest der Grosshirnfunctionen. Der übrig gebliebene Gehirntheil konnte dann aber trotzdem noch genügen, um nach wenig Tagen die gesammte Functionirung wieder herzustellen. Analoge Resultate gaben die Versuche von GOLTZ, bei welchen grössere und kleinere Grosshirnabschnitte ausser Function gesetzt wurden. BROWN-SÉQUARD folgert aus seinen und FLOURENS' u. A. eben angeführten Experimenten im Zusammenhang mit den Sectionsergebnissen bei Menschen nach Gehirnleiden, dass zwar jede Grosshirnfunction von bestimmten Organtheilen abhängig sei, dass letztere für bestimmte Functionen, aber nicht in umschriebenen Bezirken beisammen liegen, sondern, an Ganglienzellen gebunden, durch das ganze Grosshirn zerstreut seien. Die functionell gleichwerthigen Ganglienzellen stehen seiner Ansicht nach durch associirende Fasern mit einander in Verbindung und bilden auf diese Weise zwar ein Ganzes, aber, wenn nicht alle, so doch viele Hirntheile enthalten den verschiedenen Functionen vorstehende Elemente.

So wohl begründet diese Meinung der psycho-physischen Gleichwerthigkeit der gesammten Grosshirnrinde erscheinen mag, so konnte sie doch die entgegenstehende Annahme nicht entkräften, welche in der Rinde des Grosshirns und ihren einzelnen Abschnitten einen Complex functionell verschiedener Apparate, welche an verschiedenen Stellen der Gehirnoberfläche lokalisirt seien, erkennen will. Immer zahlreichere Beobachtungen vereinigen sich, um dieser zweiten Hypothese das wissenschaftliche Uebergewicht über die erstere zu verschaffen.

Zuerst sind es vornehmlich pathologisch-anatomische Erfahrungen, welche man gegen FLOURENS anführen kann. Wenn auch langsam ausgebildete Läsionen einer Grosshirnhemisphäre oftmals ohne bemerkbare Functionsstörungen verlaufen, so beobachtet man doch, dass sogar viel geringer ausgedehnte, aber plötzlich entstandene, einseitige pathologische Grosshirnverletzungen oder Reizungen lokalisirte Symptomencomplexe, und zwar halbseitige Bewegungs- und Empfindungslähmungen: Hemiplegie hervorriefen. Diese Functionsstörungen pflegen meist insofern gekreuzt aufzutreten, als Läsion der einen Grosshirnhemisphäre Lähmungen auf der entgegengesetzten Körperhälfte hervorruft, ein Verhalten, welches man auf die Kreuzung der Fasern im Gehirn und namentlich in den Pyramiden, die Pyramidenkreuzung bezieht. Letztere sollte fehlen, wenn die Hemiplegie nach dem Sectionsergebniss gleichseitig aufgetreten war. Ein Verschwinden der Lähmungserscheinungen ohne Rückbildung der Läsion, die sie primär verursacht hatte, liess sich daraus erklären, dass durch halbseitige Erregung des Gehirns, in Folge der functionellen Verknüpfung beider Grosshirnhälften, beide Körperseiten innervirt werden können, eine Annahme, welche durch das Experiment und pathologische Beobachtung (cf. unten) Bestätigung zu finden scheint. Aus dem gleichen Grunde erklärt es sich, dass durch die pathologische Läsion einer umschriebenen Stelle des Grosshirns beiderseitige Lähmungs- oder Reizungserscheinungen auftreten können. Auch BROWN-SÉQUARD's Angaben kommen hier in Betracht; nach diesen führt unter Umständen Zerstörung bestimmter Gehirntheile nicht allein zum Verlust der an dieselben gebundenen Functionen, sondern kann auch in die Ferne hin einen Reiz ausüben, der die Thätigkeit anscheinend unverletzter Gebiete für kürzere oder längere Zeit vollkommen oder theilweise aufhebt. Analog ist die

Stande zu sprechen, während sie das Sprechen der Umgebung
sich durch Zeichensprache und Schrift (cf. unten) verständlich m
Vergleichende Untersuchung »normaler« Thier- und Menschengel
terer unter sich scheinen der grauen Substanz der vorderen seitl
abschnitte, namentlich der Insel und den sie umlagernden W
hohe Bedeutung für die Möglichkeit der Intelligenzentwickelung
Broca verlegte in die der Insel nächste (seine III.) Stirnwindun
Sprechvermögens, indem er anführt, dass bei Aphasische
relativ häufig krankhafte Zerstörungen (Extravasat, Erweichun
Stirnwindung selbst oder ihrer nächsten Umgebung finde; nach
Degeneration der Insel und der Vormauer Aphasie hervor. Au
ganz bestimmte Functionsstörungen (cf. unten) wollte man in
Läsionscentren im Gehirn, wenigstens mit Wahrscheinlichke
können.

Bei diesem ungelösten Zwiespalt der Meinungen brachte
suchungen von Hitzig und Fritsch, an welche sich zunächst di
u. v. A. anschlossen, neues Beweismaterial für die Lokalisation
Reizung der Grosshirnoberfläche mit electrischen Strömen zeigt
in ganz umschriebenen Stellen motorisch erregbar, in sofern al
diesen Stellen aus eine Bewegung der gegenüberliegenden Kö
sichtshälfte des Thieres hervorrufen lässt; Reizung aller ander
Grosshirnoberfläche mit Strömen derselben Intensität bringt keine
hervor. Die erhaltenen Reizeffecte konnte Hitzig innerhalb eine
Oberflächenzone der grossen Hemisphäre lokalisiren. Bei Af
Reizpunkte sämmtlich in einer Windung, welche nach Hitzi
präcentralis des Menschen entspricht, beim Hund und bei de
sie sich in zwei Gyris des Vorderhirns. Fig. 252 ist das Gehi

eitigen Bewegungen beantwortet wird, zum Beweis einer bilateralen nnervation von einer Reizstelle des Grosshirns aus. Ausserdem wurden Centren für die Bewegungen der Rumpfmuskeln und des Schwanzes an der

Fig. 252.

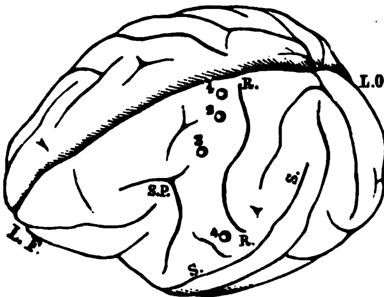
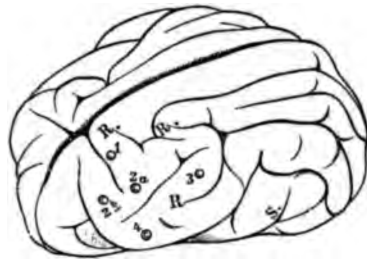


Fig. 253.



rosshirnoberfläche nachgewiesen. Die Gehirnoberfläche von Vögeln fand errier nirgends motorisch erregbar. Zu bemerken ist noch weiter, dass es s jetzt noch nicht gelungen, durch mechanische und chemische Reize die rosshirncentren regelmässig in Aktion zu bringen. Die Bewegungsstörungen, elche durch Verletzung oder Abtragung der motorischen Grosshirncentren ervorgerufen werden, sind keine eigentlichen Paralysen, die Thiere können re Glieder noch bewegen. Daraus erklärt es sich, dass frühere Experimentaren, z. B., Flourens die motorische Veränderung übersehen konnten. Die Beegungen der verletzten Thiere zeigen aber, dass sie nur noch ein mangelaftes Bewusstsein von den Zuständen des betroffenen Gliedes besitzen, und e Fähigkeit, sich vollkommene Vorstellungen über dasselbe zu bilden, ihnen handen gekommen ist. Wenn der im »Centrum für die Extremitäten« verümmelte Hund auf einem Tisch geht, so tritt er mit dem kranken Bein ins eere und fällt vom Tisch, obwohl er nachweislich nicht blind ist. Wenn er r einer horizontalen Leiste herumläuft, so stösst er sich mit dem kranken ein daran, obwohl er sie sieht. Die Hunde benehmen sich mit ihrer kranken fote so, als wenn alle äusseren Zustände, einmal die der Muskeln, dann die der bjecte des Raums vom Sensorium für die Bewegungen des kranken Gliedes, ber nur für diese, nicht in Rechnung gestellt werden (Hitzig).

Die geschilderten Versuchsergebnisse konnten von der überwiegenden ehrzahl der nachprüfenden Experimentatoren bestätigt werden. Bezüglich der eutung derselben herrscht noch Differenz der Meinungen. Hitzig und Fritsch, errier u. v. A. halten sich für berechtigt, die motorischen Punkte der Grossirnoberfläche als psycho-motorische Centren anzusprechen, nicht flektorisch, wie Schiff meint, sondern direct durch Willensacte soll von diesen tellen aus die Erregung eintreten können. Dass auch noch nach Abtragung er grauen Substanz stärkere (François-Frank und Pitres) electrische Reizung er weissen Hirnmasse analoge Bewegungen hervorrufe, hatte schon Hitzig emerkt und mit Recht darauf bezogen, dass eine Reizung der Leitungsbahn er wie im gesammten Nervensystem den gleichen Erfolg habe, wie die Ergung des centralen Reizorgans. François-Frank und Pitres konnten die be-

treffenden Leitungsbahnen in die Tiefe der weissen Substanz verfolgen. Die Behauptung, dass nach wenig Tagen der Erfolg der einseitigen Ausschneidung der psycho-motorischen Hirncentren wieder verschwinde, beruht wohl meist darauf, dass diese nicht vollständig exstirpirt waren; wenn nach längerer Zeit die Heilung des Zustandes eintritt, so lässt sich das zunächst erklären aus der oben dargelegten Möglichkeit einer doppelseitigen Innervation von jeder der beiden Hemisphären aus. Eine wichtige Stütze hat die Annahme des psycho-motorischen Charakters der Centren durch die Beobachtungen Soltmann's an neugeborenen Hunden erhalten. Er fand, dass in den ersten Tagen nach der Geburt, obwohl die Thiere dann schon vielfache Bewegungen ausführen, die sämmtlichen Reizeffecte von der Oberfläche des Grosshirns aus fehlen. Erst am 10. oder 11. Lebenstage erscheinen Zuckungen in der Vorderpfote, und erst mit dem 16. Tage treten die Erfolge der Reizung wie bei dem erwachsenen Thiere ein. Ebenso konnte er in den ersten Lebenstagen bei neugeborenen Hunden die motorischen Hirncentren ausschneiden, ohne irgendwie merkbare Schädigung des Bewegungsvermögens. Die innere Kapsel, die Ausstrahlung des Hirnschenkels fand Soltmann dagegen auch bei Neugeborenen schon erregbar. Soltmann beruft sich für die Deutung seiner Resultate auf die oben dargelegten anatomischen Beobachtungen Meynert's. Letzterer findet, dass im Hirnschenkel zweierlei getrennt verlaufende motorische Bahnen für die gesammte Muskulatur sich finden (cf. oben S. 968). Die eine dieser Bahnen, welche in der Haube verläuft, ist bei Neugeborenen bereits gut entwickelt. Ihre Fasern stehen von den grossen Hirnganglien (Sehhügel, Vierhügel, innerer Kniehöcker) aus durch eine Seitenbahn mit den Sinnesnerven in Verbindung, wir haben sie nach der obigen Darstellung als eine Reflexbahn aufzufassen. Die andere im Fuss des Hirnschenkels verlaufende Bahn, welche Meynert als die Bahn der Willkürbewegungen anspricht, ist beim Neugeborenen noch gering entwickelt. Die Beobachtungen Flechsig's u. A. ergaben, dass bei Neugeborenen (Menschen) die anatomische Ausbildung der Faserung des Centralnervensystems [redacted]

dieser abnorme Zustand zurück, die Thiere lernen wie Neugeborene wieder sehen und hören. Bei von Geburt an einseitig blinden oder tauben Thieren sind die betreffenden physiologisch nicht functionirenden sensoriellen Partien der Hirnoberfläche schwächer, dagegen die functionirenden stärker entwickelt.

Nach oberflächlichen lokalisirten Grosshirnverletzungen treten oft erhebliche Temperatursteigerungen der gegenüberliegenden Extremitäten ein (LEPIN, EULENBURG und LANDOIS, HITZIG u. A.). Der Erfolg wird erklärt durch die Annahme von vasomotorischen, in der Rindenoberfläche des Gehirns gelegenen, auch die Herzbewegung beeinflussenden Apparaten (A. v. BEZOLD u. A.), z. Th. die Endorgane der im Pedunculus cerebri verlaufenden Gefässnerven. Nach DANILEWSKY liegt ein den Blutdruck steigerndes Centrum bei Thieren im »suprasylvischen Gyrus« der Hirnrinde. Man will diesen vasomotorischen Centren einerseits die Function der Uebertragung psychischer Einflüsse auf die vasomotorischen Bahnen zuschreiben, andererseits sollen sie dem Bewusstwerden lokaler Temperatur- und Circulationsveränderungen durch Vermittelung »associatorischer Rindensysteme« dienen.

(Ueber die Functionen der Grosshirnganglien cf. unten den Abschnitt über coordinirte Bewegungen.)

P. ALBERTONI nennt eine durch mechanische und schwache electrische Reize erregbare Stelle der Grosshirnrinde bei Hunden und Katzen hinter dem Sulcus cruciatus: epileptogene Zone, da von hier aus wohlcharakterisirte epileptische Anfälle der entgegengesetzten Körperhälfte ausgelöst werden können (MEYNERT's Angabe cfr. unten bei Coordinirte Bewegungen.) Von derselben Stelle aus kann die Speichelsekretion der Unterkieferdrüse lebhaft vermehrt werden.

Chemische Reize, auf die Dura mater über den motorischen Hirncentren angebracht, sollen letztere (cf. oben S. 973) erregen.

Bei Fröschen löst Reizung des Grosshirns Bewegung der Glieder, bei Fischen solche des Schwanzes und des Kopfes aus (FERRIER). O. LANGENDORFF beobachtete auf einseitige Grosshirnreizung bei Fröschen Bewegungen der Extremitäten an der der Reizstelle entgegengesetzten Körperhälfte. Derselbe bestimmte mit L. KRAEZOFF die Zeit, welche verstreicht vom Moment der electrischen Reizung im Gehirn bis zum Austritt der Erregung aus dem Rückenmark an den Plexus sacralis, zu 0,0360—0,0375 Sekunden; davon nimmt die Zeit für die Leitung im Rückenmark 0,0173, die im Gehirn also 0,02 Sekunden in Anspruch, was gegen den einfach reflektorischen Character (SCHIFF) der Erregung spricht. (cf. oben Leitung der Erregung im Nerven und unten Reflexe).

FRANÇOIS-FRANK und PITRES treten für den centralen Charakter der motorischen Punkte der Grosshirnrinde ein. Sie finden die graue Substanz weit erregbarer als die darunter gelegene weisse. Einige Tage nach Zerstörung eines grauen Centrums verliere die darunter gelegene weisse Marksubstanz die Erregbarkeit, während die benachbarte, entzündlich gereizte graue Substanz stärker erregbar werde. L. LUCIANI und A. TAMBURINI finden, dass die motorisch-erregbaren Stellen der Hirnrinde ihrer Lage und Bedeutung nach nicht nur bei verschiedenen Individuen derselben Species, sondern auch an beiden Hemisphären desselben Thieres nicht unbeträchtlich variiren können, und zwar unabhängig von etwaigen anatomischen Gehirnasymmetrien.

BETZ bemerkte, dass die von ihm als Riesenpyramiden bezeichneten, in Nestern angeordneten Ganglienzellen beim Hunde gerade in den von HITZIG als motorisch erwiesenen Hirnrindenpartien liegen.

Die Lokalisirung der motorischen und sensiblen Functionen in der Grosshirnrinde des Menschen suchte HITZIG durch Analogie zwischen Hunde-,

Affen- und Menschengehirn festzustellen. Er kommt zu dem Schlusse, dass die motorisch erregbare Region des Hundehirns im menschlichen Gehirn der Scheitelregion entspricht. Bei Affen liegen nach Hitzig die Centren nachbarlich in der vorderen Centralwindung; nach Ferrier auch in der hinteren Centralwindung und anderen nächstgelegenen Windungsabschnitten. Pansch machte darauf aufmerksam, dass sonach die motorischen Centren am Affen- und Hundegehirn an anatomisch nicht gleichwerthigen Windungen sich finden. J. M. Charcot und A. Pitres kommen durch möglichst vollkommene Sammlung und Sichtung der klinischen Erfahrungen über Läsionen der Grosshirnrinde des Menschen zur Anerkennung einer motorischen Region in derselben, und zwar in den beiden Centralwindungen, im Lobus paracentralis und in der Basis der drei Stirnwindungen. Die motorischen Centren für die Extremitäten lägen im Lobus paracentralis und in den beiden oberen Dritteln der Centralwindungen; die für die untere Gesichtspartie im untersten Drittel der beiden Centralwindungen, in der Nähe der Fossa Sylvii; wahrscheinlich läge das Centrum für die isolirten Bewegungen der Oberextremitäten im mittleren Drittel der Centralwindung. —

So gross auch die Uebereinstimmung dieser Lokalisirungsversuche der Functionen im Grosshirn im Augenblick scheint, so darf man doch nicht vergessen, dass die darauf gegründete Theorie noch sehr gewichtige Gegner besitzt. Goltz' und Brown-Séquard's Anschauungen wurden schon oben im Allgemeinen vorgetragen. Der Letztere beweist im Gegensatz zu dem oben Mitgetheilten aus der casuistischen Literatur, dass nicht einmal die Angabe der gekreuzten Wirkung der Hirnläsionen feststehe, er führt über 200 Fälle an, bei welchen durch Läsionen einer Hirnhälfte die gleiche Körperseite gelähmt wurde; bis jetzt habe die ärztliche Beobachtung noch kein Sprechcentrum und keine bestimmten Centren für Arm- und Beinbewegungen im Gehirn nachgewiesen, Bewegungs- und Empfindungslähmungen der Glieder gehen von den verschiedensten Hirntheilen aus. J. Burdon-Sanderson glaubt, die motorischen Wirkungen von der Hirnrinde aus zum Theil auf Stromschleifen der reizenden electrischen Ströme, durch welche die motorisch erregbaren tieferen Gehirnpartien, namentlich das Corpus striatum getroffen werden, zurückführen zu dürfen (cf. unten), während Duret und Carville den Linsenkern wenigstens als ein zweites motorisches Centrum ansprechen. Kussmaul kommt in Beziehung auf die Aphasie zu den Worten: »insbesondere werden wir über all die naiven Versuche, einen Sitz der Sprache in dieser oder jener Hirnwindung zu suchen, mit Lächeln hinweggehen«. Bei Aphasischen ist manchmal auch die Schriftsprache erloschen, manchmal schreiben rechtseitig Gelähmte, namentlich solche von geringem intellectuellen Bildungsgrade eine Spiegelschrift, von rechts nach links gehend, welche im Spiegel gesehen der gewöhnlichen Schrift entspricht.

Brown-Séquard kauterisirte mit weissglühendem Eisen die rechtseitige Hirnoberfläche bei Hunden und Kaninchen; es traten in Folge davon am Auge, Ohr, Gesicht, Nasenhöhle derselben (rechten) Seite die Zeichen einer Sympathikuslähmung ein. Brown-Séquard glaubt, dass hierbei durch Reizung von Trigeminusendigungen in der Hirnoberfläche reflektorisch der Sympathikus gelähmt wurde, da Verbrennung und Reizung von Wunden der Gesichts- und Scheitelhaut die gleichen Wirkungen hervorbringen.

Von den älteren Beobachtungen über Lokalisation im Gehirn ist hier noch Einiges nachzutragen. Die physiologischen Centren für die Vermittelung scheinbar sehr nah verwandter Empfindungen und Bewegungen scheinen im Gehirn nicht immer an nachbarliche Leitungswege geknüpft zu sein. Die aus der Pathologie bekannten partiellen Empfindungslähmungen scheinen dafür den Beweis zu liefern. Es kann durch eine centrale Ursache (Apoplexie, Bleilähmung) die Fähigkeit zur Vermittelung des Gemeingefühls an einer Körperstelle vernichtet sein, ohne dass das Tastgefühl gelitten hätte. In der Chloroformnarkose geht das Gefühl für Schmerz frühzeitiger verloren als das Tastgefühl. Nach Selbstbeobachtung scheint mir hierbei überhaupt die Fähigkeit der sensiblen Nervenendorgane, auf starke Reize stark zu antworten, verloren zu sein, während doch die Fähigkeit zur Aufnahme schwacher Reize noch besteht. Das Gefühl für Berührung bleibt länger als das Schmerzgefühl, auch das

ır behält die Fähigkeit, schwache Geräusche, schwache Klänge zu vernehmen, das flüsternde ›rechen, das Klirren der Sperrkette eines vorüberfahrenden Lastwagens wird vernommen.

Umgekehrt sprechen andere Beobachtungen für eine sehr innige Verknüpfung und nach-rliche Lagerung der sensiblen und motorischen Centren im Gehirn. E. H. WEBER betonte hon nach seinen Beobachtungen, welche durch die HITZIG'schen Experimente bestätigt wer-n, dass die Centren für Tastsinn denen für willkürliche Bewegung der Glieder sehr nahe gen müssen. Viele Empfindungen verknüpfen sich mit Bewegungen und erst das Resultat ider kommt zur Vorstellung; namentlich die Physiologie des Auges bietet für den letzten tz, wie wir sahen, vielfältige Beweise, z. B. die Vorstellungen über Grösse, Entfernung, Be-egung der gesehenen Objecte. Auch die Pathologie lehrt, dass die für die Empfindlichkeit ichtigen Partien des Gehirns ebenso wichtig sind für die willkürlichen Bewegungen. Die efühlslähmungen in Folge der Zerstörung derselben sind stets mit mehr oder weniger aus-breiteten Bewegungslähmungen derselben Seite des Körpers verknüpft.

Die Reflexe.

Die Lehre vom freien Willen scheint vorauszusetzen, dass der Mensch aus ch, aus inneren, von den Einflüssen der Aussenwelt unabhängigen Gründen ıf seine Umgebung durch aktive Handlungen, Bewegungen einzuwirken ver-ag. Diese Art der Darstellung passt, wenn überhaupt, dann wohl nur auf eine ısserst geringe Anzahl von Bewegungserscheinungen.

Die Thätigkeit des Organismus, auf der das Ergreifen sowie das Abstossen er Körper der Aussenwelt beruht, wird zweifelsohne im normalen Bestande es Organismus am häufigsten von dem Gehirne aus hervorgerufen, aber ebenso eht es über allem Zweifel erhaben, dass diese erregende Einwirkung des Ge-rnes in der grössten Mehrzahl der Fälle selbst wieder hervorgerufen wird urch ihm an sich fremde, von aussen her dem Centralorgan zugeleitete ewegungen, R e i z e. Wir sehen so auf das Innigste die Empfindung und Be-egung mit einander verknüpft: bei näherer Betrachtung zeigt sich sogar deut-ch, dass zunächst jeder Empfindung eine bestimmte Gruppe von Bewegungen ntspricht, dass sich direct Empfindung in Bewegung umsetzt, reflektirt. Wir eobachten, dass wir diese R e f l e x b e w e g u n g e n zwar durch den Willen nterdrücken können, sehen aber immer und immer wieder, dass ihr Zustande-ommen von unserer Willkür unabhängig ist. Es lässt sich also nicht leugnen, ass ein grosser Theil der scheinbar willkürlichen Bewegungen unseres Orga-ismus mit dem Willen als B e w e g u n g s g r u n d Nichts zu schaffen zu haben raucht. Wir sind, wie oben dargelegt, gewöhnt, aus der Zweckmässigkeit iner eingeleiteten Bewegung auf ihre Spontaneität zu schliessen; es ist dieser chluss aber, wie wir sahen, vollkommen ungerechtfertigt. Es zeigt sich, dass lle die Reflexbewegungen, die wir kennen lernen werden, in hohem Maasse lie Eigenschaft der Zweckmässigkeit erkennen lassen, s i e s i n d a l l e a u f A b-w e h r d e m O r g a n i s m u s G e f a h r o d e r S c h m e r z e r r e g e n d e r R e i z e d e r a u f E r g r e i f e n W o l l u s t e r r e g e n d e r, S c h m e r z s t i l l e n d e r O b-e k t e g e r i c h t e t. Ueberall sehen wir, dass die Natur den Bestand des Orga-ismus nicht der Willkür desselben frei überlässt, sondern in bestimmten renzen ihn zur Selbsterhaltung z w i n g t. Die betreffenden zweckmässigen, om directen Willensantriebe unabhängigen Bewegungen des Organismus sind

nur einer der unzähligen Beweise von dem Walten der Naturkräfte, welches sich in den Einrichtungen der einzelnen Organe ebenso wie in der Verknüpfung derselben zu gemeinschaftlicher Thätigkeit beweist.

Um direct die Frage zu entscheiden, ob im Rückenmarke Organe vorhanden sind, welche durch innere, in ihnen selbst gelegene Gründe: Willen, zweckmässige Bewegungen des Körpers einzuleiten vermögen, hat man von jeher Untersuchungen an Thieren angestellt, denen man das Rückenmark unter dem verlängerten Marke durchschnitten hatte. Zu solchen Versuchen wurden vorzugsweise kaltblütige Thiere, besonders Frösche verwendet, bei welchen die Gewebe und Organe nach der Rückenmarksdurchschneidung, nach dem Aufhören der Athmung, nach dem vollkommenen Verluste alles Blutes doch noch eine längere Zeit — Stunden bis Tage lang — ziemlich ungestört functioniren können.

Schneiden wir einem Frosche den Kopf ab, so wird dadurch die Bewegungsfähigkeit des Rumpfes durchaus nicht aufgehoben, ein enthaupteter oder enthirnter Frosch unterscheidet sich eher durch grössere als durch geringere Beweglichkeit von einem gesunden. Nach Abtrennung des Gehirns pflegt sich der Frosch nach einiger Zeit wie von einer anfänglichen Betäubung zu erholen, er setzt sich auf die gewöhnliche Weise und wir sehen ihn unter Umständen sogar hüpfen.

Es ist damit bewiesen, dass in dem Rückenmarke sich die Organe finden müssen, welche nicht nur die Muskelbewegungen hervorrufen, sondern sie auch zu zweckmässigen Bewegungsgruppen vereinigen. Dürfen wir uns aber in dem Rückenmarke eine automatische, willkürliche Erregungsursache denken? Es ist dieses die Frage, ob im Rückenmarke ein Theil des Willens enthalten sei, im letzten Ende also die Frage nach der Theilbarkeit des Willens. Die Frage scheint in diesem Falle verneint werden zu müssen.

Die genauere Beobachtung des enthirnten Frosches zeigt, dass diese scheinbar willkürlichen Bewegungen trotz ihrer unverkennbaren Zweckmässigkeit in der Mehrzahl der Fälle auf die unwillkürliche Abwehr auf den Rumpf einwirkender Reize gerichtet sind. Die Bewegungen werden erregt durch Empfindungsreize; die Bewegung der sensiblen Nerven wird reflektirt auf motorische Nerven und löst auf diese Weise Muskelbewegungen aus.

Auch das Annehmen der sitzenden Stellung der enthirnten Frösche ist deutlich gegen einen Reiz gerichtet. Unter normalen Umständen nehmen die Frösche bei vollkommener Ruhe gleichfalls diese Stellung ein, da bei jeder anderen der Mangel des vollkommenen Gleichgewichtes, die Spannung einzelner Glieder als Reiz wirken muss.

Man stellt sich das Zustandekommen der Reflexbewegungen in der Art vor, dass der Bewegungsantrieb auf die Muskeln zwar von einer im Rückenmarke gelegenen Ganglienzelle (oder einer Anzahl solcher untereinander anatomisch und functionell verknüpfter Centralorgane) ausgeht, dass diese aber ihren Reizzustand nicht aus sich selbst producirt habe, sondern dass sie in denselben versetzt worden sei durch die von einem äusseren Reize erzeugte Erregung einer sensiblen Faser, welche entweder direct in ihr endigt oder ihren Erregungszustand durch verbindende Fasern irgendwie auf sie überträgt.

Bei Einwirkung eines schwächeren Reizes sehen wir, dass die Reflexbe-
gung auf derselben Seite, auf welcher der Reiz einwirkte, auftritt und zwar
ist als einfache Abwehrbewegung. Es werden zuerst die Muskeln des
iedes in Erregung versetzt, dessen Haut wir reizen; dann erst bei Verstär-
ng des Reizes wird die andere Extremität derselben Seite zu Bewegungen
ranlasst. Steigern wir den Reiz noch weiter, so geräth auch die andere Seite
Thätigkeit, bis der ganze Rumpf in einen Sturm von Bewegungen hinein-
rissen ist: Reflexkrämpfe. Die Reflexkrämpfe, welche in gewissen Zu-
nden des Organismus (cf. unten) schon auf schwächere Reize eintreten, zeigen
h entweder an nur einzelnen Muskelgruppen oder noch häufiger an allen
skeln gleichzeitig. Nach der Angabe von Pflüger breitet sich der Reizzustand
i Reflexkrämpfen zunächst von dem Ort der Erregung im Rückenmark in
nselben Niveau aus, geht also zunächst auf die andere Rückenmarksseite
er, ehe Fasern in anderen Niveaus des Rückenmarks ergriffen werden. Zeigt
B. zuerst die eine der beiden unteren Extremitäten den Reflexkrampf, so
gt nach Pflüger weiter zunächst die gleichnamige Extremität der anderen
ite, dann die obere Extremität auf der Reizseite, dann die auf der entgegen-
setzten. Jedenfalls sehen wir also, dass von einer Stelle aus, vielleicht von
er sensiblen Nervenfaser aus, der gesammte Bewegungsmechanismus des
ieres reflektorisch in Thätigkeit versetzt werden kann. Es ist diese That-
che nur so zu verstehen, dass Zusammenhänge nicht nur zwischen den nächst-
legenen Ganglienzellen existiren, sondern dass auch alle Centren des ganzen
ckenmarkes unter einander in directem Zusammenhange stehen, so dass sich
wegungsvorgänge in dem einen auch auf die anderen fortzupflanzen ver-
gen. Das Gesetz der Fortpflanzung der Erregung scheint nicht sehr com-
icirt. Zunächst bei schwachen Reizen bleibt der Erregungszustand auf die
rect erregten Zellen beschränkt. Es existirt, wie wir an einer anderen Stelle
hon ausgeführt haben, in den Ganglienzellen ebenso eine Hemmung der Be-
gung wie in den anderen der Bewegung dienenden Organen. Diese Hemmung
fordert zu ihrer Wegräumung eine bestimmte Kraft; bei schwachen Reizen
nügt die ihnen entsprechende Bewegungskraft, welche sie in der Zelle
regen, gerade dazu, die Hemmungen in ihr selbst und vielleicht in den näch-
en Zellen zu beseitigen. Je weiter von dem Reizungscentrum aus sich die
wegungskraft verbreiten soll, desto grösser muss selbstverständlich ihre In-
nsität sein. Diese ist in gewissen Grenzen eine directe Function der Intensi-
t des einwirkenden äusseren Reizes. Mit seinem Zunehmen wird die Bewe-
ngskraft immer weiter von dem Centrum entfernt noch stark genug sein,
ie Bewegungshemmungen in anderen Ganglienzellen zu beseitigen. Doch ist
ch die Reflexerregbarkeit bei verschiedenen Körperzuständen sehr ver-
hieden (cf. unten). Erkältung des Rückenmarks durch Wärmeent-
iehung setzt die Reflexerregbarkeit sehr bedeutend herab (J. Rosenthal).

Wir haben den elektrischen Strom des Rückenmarkes als eine Hemmungs-
orrichtung der Bewegung der in der Längsrichtung säulenartig von ihm pola-
sirten Rückenmarksmoleküle kennen gelernt, wodurch besonders Bewegungen
er Rückenmarksmoleküle senkrecht auf die Rückenmarksaxe erschwert werden.
s kann uns nicht auffallen, dass wir dieselbe, uns von dorther schon bekannte
rscheinung hier wieder auftreten sehen, indem wir die Reflexe erst auf die

der gereizten Hautstelle entsprechende Körperseite beschränkt finden, zum Zeichen, dass sich in der Längsrichtung des Rückenmarkes die Bewegungen leichter verbreiten als in der Querrichtung. Bei heftigen Reizen sehen wir auch diese Hemmung überwunden.

Das Experiment bekommt ein ganz eigenthümliches Gesicht, wenn wir einen Frosch an einer bestimmten Hautstelle reizen und ihm dann die zuerst erregte Extremität abschneiden. Es zeigt sich dann, dass er die anderen Extremitäten an Stelle der abgeschnittenen benutzt. Dieses Experiment macht auf den ersten Blick ganz den Eindruck, als wäre in dem enthirnten Rumpfe wenigstens noch ein dunkles Bewusstsein von dem jeweiligen Körperzustande und den diesem entsprechenden Bedürfnissen. Es werden, wenn die gewohnten natürlichen Bahnen der Reflexe durch die genannte Verstümmelung unmöglich geworden sind, andere eingeschlagen, deren Betreten schliesslich zu dem anscheinend bewusst angestrebten Resultate der Reizabwehr führt. Das ganze Räthsel löst sich aber sehr einfach, wenn man bei der Anstellung dieses Experimentes auf die Reizstärke, die man in Anwendung zieht, achtet. Diese scheinbar zweckmässige Anwendung des am meisten tauglichen Gliedes reducirt sich auf den schon betrachteten Fall, dass bei Reizverstärkung alle Muskeln endlich durch den Reiz in Thätigkeit versetzt werden; der Anblick des Experimentes wird nur dadurch verändert, dass wir die gleichzeitige Thätigkeit des abgeschnittenen Gliedes nicht bemerken können.

Reflexbewegungen an decapitirten oder enthirnten Thieren fehlen übrigens auch bei den Säugethieren nicht, besonders lassen sie sich an ganz jungen Individuen leicht und schön nachweisen. Man kann bei Säugethieren und Menschen auch in anderer Weise das Gehirn von der Beeinflussung des Rückenmarkes abhalten, wie durch Decapitiren. Zum Theil haben wir diesen Zustand im Schlafe; bei dem Menschen auch dann, wenn der Geist durch vollkommene Concentration auf einen ihn fesselnden Gegenstand die Umgebung gänzlich vergisst. Es lassen sich an schlafenden und in der bezeichneten Art geistesabwesenden oder narkotisirten Menschen dieselben Experimente mit gleichem Erfolge wiederholen, die wir eben bei dem Frosche betrachtet haben. Wir kommen dadurch zur Ueberzeugung, dass eine grosse Reihe der Bewegungen, die uns selbst zunächst willkürlich scheinen, z. B. das Kratzen auf Reize der Haut, die Gestikulationen bei Schmerzen, aus denen man mit Sicherheit auf den Ort des Schmerzes schliessen kann etc., im Grunde unwillkürlich sind, wahre Reflexe, woher es stammt, dass sie bei allen Menschen mit gleichbleibender Regelmässigkeit eintreten. Heftige Kolikschmerzen zwingen Jeden, die Brust dem Becken zuzuneigen und die Hände auf den Unterleib zu legen; Jeder stemmt bei Seitenstechen die Hand in die schmerzende Seite oder legt sich, wenn dadurch der Schmerz vermindert wird, in dem Bette wenigstens auf dieselbe.

Man hat früher meist angenommen, dass die Reflexbewegungen der Hautnerven stets nur in Abwehr eines gegen den Körper gerichteten Reizes beständen — bei dem Frosch das Fortstossen der kneipenden Pincette, das Wegwischen der Säure, welche man auf eine Hautstelle gestrichen hat, die Fluchtversuche, wenn man den enthirnten Rumpf festzuhalten versucht. Goltz hat nachgewiesen, dass auf bestimmte Hautreize an der Brusthaut bei enthirnten

ınlichen Fröschen oder Froschstümpfen in der Begattungszeit die vorderen remitäten mit dem Theil des Rumpfes, an welchem sie ansitzen, den reizen- ı Körper — z. B. Finger — nicht wegstossen, sondern ergreifen und fest klammern, in derselben Weise, in welcher das brünstige Männchen das ibchen zu umklammern pflegt. Ich möchte hier daran erinnern, dass diese klammerung als ein Reflexkrampf der Muskulatur der oberen Extremin betrachtet werden muss. Bei Fröschen ist z. B. im Strychnintetanus und allen anderen Allgemeinkrämpfen je nach dem Geschlecht die Armhaltung stant verschieden. Während Weibchen im Krampfe die Arme seitlich und ıs nach rückwärts ausstrecken, werden bei dem Männchen, bei dem die gemuskeln der Arme an Stärke überwiegen, die Arme fest der Brust zusammengebeugt, die Hände meist gefaltet. Reizt man ein es männliches Thier in der Krampfpause mit dem Finger an der Brusthaut, nklammert es bei dem eintretenden Reflexkrampf regelmässig den Finger. ı der unversehrte Frosch umklammert auf den entsprechenden Reiz, wenn ihn unmittelbar vorher aus der Umarmung des Weibchens gerissen hat rz), andere Gegenstände. Wir haben dabei an eine lokale Erhöhung Reflexthätigkeit im Rückenmark zu denken, wie sie bei Strychnini ftung sich allgemein zeigt.

Wir haben im Rückenmark eine grosse Zahl von Reflexcentren anzunehmen. sehr grosse Anzahl solcher findet sich auch im verlängerten Marke Gehirne. Sehen wir zuerst nur auf solche Reflexe, welche mit den bisbesprochenen schon in der Erscheinung Verwandtschaft haben, so sehen dass die sensiblen Hautnerven, mögen sie im Gehirne oder Rückenmarke n Endpunkt haben, auf ganz gleiche Weise mit motorischen Apparaten verɔft sind. Man braucht hier nur sich zu erinnern an die Gestikulation bei ıschmerz. Ebenso ist allbekannt der Augenlidschluss bei Berührung der lehaut (Conjunctiva). Das Husten und Niesen sind auch derartige Reflexänge, bei denen sich auf Reizung bestimmter Schleimhautpartien starke :liche Exspirationsbewegungen einstellen, die den Luftstrom an der gereiz- Stelle vorbei stossen, so dass ein dort etwa vorhandener reizender Körper usgetrieben werden könnte. Diese Reflexe werden in der Nase durch die ung des Trigeminus hervorgerufen, in dem Kehlkopfe durch Erregung des ngeus superior, der die Schleimhaut des Kehlkopfes mit empfindenden Faversorgt.

Auch die Nerven der höheren Sinnesorgane sind reflektoch mit motorischen Apparaten verknüpft. Wir haben die Mus- . kennen gelernt, welche sich an die Organe der Sinnesnerven ansetzen und zweckentsprechend bewegen. Wir lernten Muskeln in den Sinnesapparaten st kennen, deren Bewegungen reflektorisch erfolgen. Hierher gehört z. B. Pupillenverengerung bei Reizung der Retina; die reflektorisch eintretenden egungen der Muskeln des mittleren Ohres, auf deren Contractionen die Stel- ʒ der Gehörknöchelchen gegen einander beruht; die Zungenbewegungen bei ıaften Geschmacksreizen. Aber auch bei den Sinnesnerven der höheren ıe sehen wir, dass von einem Punkte aus nicht nur die zunächst gelegenen ɔrischen Centralapparate erregt werden können, sondern, dass bei Verstärg des Reizes die Gesammtmuskulatur in Bewegung versetzt werden kann.

Die Untersuchung der eigentlich reinen, von Vorstellungen ganz unabhängigen Reflexe, welche durch die höheren Sinnesnerven vermittelt werden, wird dadurch vielfältig gestört, dass sich mit Bewegungen, die allem Anscheine nach wahre Reflexe sind, doch, wie wir aus Erfahrungen an uns selbst wissen, wahre Vorstellungen und vielleicht auch Willensantriebe verknüpfen. So wissen wir, wie leicht bei nervös erregbaren Personen vom Opticus, vom Akustikus, wie von den anderen Sinnesnerven aus Schutzbewegungen, Fluchtversuche etc., an denen sich die Gesammtmuskulatur betheiligt, hervorgerufen werden. Das Erschrecken, welches von allen Sinnesnerven aus erregt werden kann und stets wenigstens mit tetanischen Muskelzuckungen verbunden ist, hat etwas unwillkürliches und stellt sich sonach in die Reihe der Reflexvorgänge; trotzdem können wir uns, da uns zum Erschrecken die Vorstellung des Erschrecklichen zu gehören scheint, der Annahme nicht verschliessen, dass wir es hier mit Vorgängen höherer, complicirterer Art zu thun haben als bei den gewöhnlichen Reflexvorgängen. Man müsste, um die Frage, was denn eigentlich an diesen vom Gehirn und den höheren Sinnesnerven aus vermittelten Bewegungen Reflexe seien, die Seele, das Sensorium, ebenso ausschliessen können, wie wir das bei den Reflexerscheinungen am Rückenmark durch Abschneiden des Gehirnes vermochten. Man kann hoffen, entweder an Thieren, denen man das Grosshirn exstirpirte, oder an neugeborenen Kindern diese Frage lösen zu können, bei denen das Sensorium noch nicht entwickelt ist. Letztere erschrecken wirklich durch Reize von den Sinnesnerven aus ebenso wie Erwachsene.

Der Tast- und Temperatursinn ist mit einer Anzahl motorischer Apparate verknüpft. Besonders deutlich ist die Verbindung der Hautnerven mit den Bewegungsnerven für die Athemmuskulatur; das Kind schreit auf Hautreize, ohne dass es den Ort der Reizung schon zu unterscheiden vermag. Es schliesst seine Lippen reflektorisch um einen die sensiblen Lippennerven kitzelnd erregenden Körper: Brustwarze, Finger etc., worauf Saugbewegungen gemacht werden. Dass schon die Gesammtverbindung der sensiblen und motorischen Apparate existirt, ist daraus ersichtlich, dass unter Umständen auf sensible Reize fast alle Muskeln in Thätigkeit versetzt werden, z. B. bei Leibschmerzen, bei welchen die Extremitäten krampfhaft an den Leib angezogen werden, der Rücken gekrümmt, die Brust dem Unterleibe genähert wird. Auch von dem Geschmacksinn aus lassen sich schon bei Neugeborenen Reflexe auf die Gesammtmuskulatur erhalten, die, wenn stark schmeckende Substanzen mit der Zunge in Berührung gekommen sind, lebhaft genug auftreten, um uns von ihrem Vorhandensein zu überzeugen, ehe wir annehmen dürfen, dass das Sensorium schon ein Urtheil über den Werth der schmeckenden Substanz für den Organismus zu fällen vermag.

Man kann mit dem grössten Anspruch auf Wahrheit behaupten, dass die Entwickelung des Sensoriums an das Vorhandensein der grossen Hemisphären des Gehirnes geknüpft ist. Man kann danach bei Thieren den Versuch machen, diese Organe theilweise zu entfernen, um die uns vorliegende Frage zu entscheiden. Das Experiment wurde von Magendie, Longet u. A. vielfältig angestellt. Kaltblütige Wirbelthiere sind zu diesen Experimenten im Allgemeinen wenig geeignet, da sich ihr Verhalten durch die Entfernung des Grosshirns relativ viel weniger ändert, als das der Vögel und Säugethiere. Goltz beobach-

lass nach Abtrennung des Grosshirns die Frösche, wenn man die Haut ückens sanft streicht, oder die Rückenhautnerven anderweitig (mechareizt, regelmässig ein Quarren hören lassen, was bei dem unversehrosch nicht der Fall ist. Junge Säugethiere überleben die Operation einige en. Häufig wurden Hühner oder Tauben zu diesem Experimente benutzt. HOFF sah mit VOIT eine der Tauben, an der der grösste Theil der Grossmisphären mit möglichster Schonung der Organe der Hirnbasis (der Grossnglien) entfernt waren, sich nach der Operation wieder erholen und über hr lang Untersuchungsobject bleiben.

ie »enthirnten« Tauben sitzen anfänglich nach der Operation betäubt holen sich aber nach und nach zu einem Zustande, in welchem man sie it Aufmerksamkeit von gesunden Tauben unterscheiden kann. Eine solche nte Taube schien munter, ging, flog auch zuweilen ohne nachweisbare lassung; in die Luft geworfen flog sie bis zu irgend einen Ruhepunkte, e sich niedersetzte. Sie sah vollkommen gut, die Augen bewegten sich t; es liess sich nachweisen, dass sie hörte und schmeckte. Ihr Geruchsvar verloren. Sie liess sich durch Zupfen am Schnabel nicht nur zu ugsbewegungen, sondern sogar zu Bewegungen des Zorns reizen; sie dann mit dem Schnabel, gurrte und sträubte die Federn. Merkwürdig int es, dass diese Taube trotz dieses anscheinend normalen Verhaltens ls von selbst Nahrung und Getränke zu sich nahm, obwohl sie nach den n ebenso pickte wie nach anderen glänzenden Dingen. Steckte man ihr n in den Schnabel, so schluckte sie. (»Enthirnte« Hühner picken dagegen nur nach den Körnern, die ihnen vorgeworfen werden, sondern ernähren uch damit mehr oder weniger vollständig.) Im Anfange fehlte ihr ein es Urtheil über ihre Bewegungen; sie stiess an Gegenstände, die ihr im standen, ging an den Rand des Tisches und wäre herabgefallen, wenn cht Gebrauch von ihren Flügeln gemacht hätte; später kamen diese Erungen weniger zur Beobachtung. Das eine der operirten Thiere war eine iche Taube. Trotzdem dass normaler Samen in reichlicher Menge in den ntwickelten Hoden gebildet wurde, wie die Section ergab, war der Täuoch gegen eine brünstige Täubin ganz gleichgültig, ebenso gegen andere . Aeusserungen von Furcht konnten nicht an ihm beobachtet werden. s sass das Thier ruhig, den Kopf unter den Flügeln, so dass es zu schlafen . Vorerst geht aus diesen Experimenten hervor, dass das »enthirnte« Thier die Mehrzahl der Sinneseindrücke noch erhält, dass aber keine tellungen mehr durch jene erweckt werden. Die Grosshirnsphären been sich also als die ausschliesslichen Organe der Vorstellungen, des Willens; rganische Verrichtungen und Sinneswahrnehmungen zeigten sich dagegen nen unabhängig. Für die Beurtheilung dieser Versuche an »enthirnten« Vöat man sich an die Angabe FERRIER's zu erinnern (cf. oben S. 973), dass der Grosshirnoberfläche der Vögel keine psychomotorischen Centren nachn konnte. Wie vollkommen die Ergebnisse der Enthirnung mit den Darzen MEYNERT's über den Gehirnbau übereinstimmen geht, aus der Vergleides betreffenden Abschnittes hervor S. 965 u. 974.

Insere Frage, ob von den höheren Sinnesnerven aus auch reine Reflexbeigen vermittelt werden können, die sich auf eine grössere Anzahl von

lenden Körper, ebenso Geruchsreize wie aus der Bewegung de
Körpers bei dem »Spüren« ersichtlich ist.

So haben wir also auch diesen grossen Theil der Bewegungen den höheren Sinnesapparaten aus erregt sehen, zum grossen Thei auf Reflexvorgänge, vom Willen gänzlich unabhängig, zurückg stiessen hierbei aber auch gleichzeitig auf Thatsachen, die es uns d ten, dass sich höhere Seelenthätigkeiten, Vorstellungen etc. un Umständen mit den durch Reflexe einzuleitenden Bewegungen v sie modificiren können.

Am dressirten Thiere sehen wir ebenso wie am gebildeten Me Bildung vor Allem in einer Modifikation oder Unterdrückung der gungen beruht. Auch die inneren Empfindungen: Tr Furcht, Freude, Hunger, Durst besitzen, wenn sie eine be erreicht haben, unwillkürliche, reflektorische Stellungen und Bew welche ihnen eigenthümlich sind und ihre Gegenwart verrathen. bei den als Leidenschaften bezeichneten inneren Empfindun die Unterdrückung oder Beschränkung dieser wie der erstbesp wegungen ist Hauptaufgabe der äusserlichen Bildung des Menschen

Wir sehen aber, dass mit dem geselligen Zustande des Me dieser Beschränkung auch ein Hervorbringen neuer Bewegungen Reize verbunden ist, von Bewegungen, welche sich in der Art ih kommens in Nichts von den Reflexbewegungen unterscheiden lassen. derartige Bewegungen erlernte Reflexe nennen zum Untersc bisher besprochenen, die man als angeborene Reflexe beze Zu den erlernten Reflexen sind die Bewegungen beim Schreiben, ciren, Tanzen etc. zu rechnen. Wen erinnert nicht das plötzlich greifen der Untergebenen, wenn sich ein Vorgesetzter naht, die re

:ingere als auf anderen, so dass die Nervenerregung, wenn ler Wille als Richtungsmoment ausser Aktion ist, stets diese ım leichtesten zu passirenden Wege einschlägt (S. 730, 731, 763), ınd es ist, wie neuerdings mehrfach, aber namentlich von DARWIN hervorgehoben vurde, sehr wahrscheinlich, dass dieser Zustand der veränderten Reflexerregıarkeit auch durch Vererbung fortgepflanzt werden kann (z. B. bei den Jagdıunden, Schäferhunden), wodurch die Zweckmässigkeit sehr complicirter Relexe in ein neues Licht gestellt wird.

Die letzten Betrachtungen müssen uns veranlassen, auch die übrigen uns isher bekannt gewordenen Reflexbewegungen von diesem Gesichtspunkte des ırlernten aus noch einmal zu betrachten. Schon vorhin wurde es uns aus der etrachtung des neugeborenen Menschen klar, dass ganz zweifellos die Grundıge der Reflexvorgänge, nämlich die Verbindung aller motorischen und seniblen Reflex-Centralorgane unter einander schon von Anfang an existirte. 'rotzdem sehen wir, dass beim Neugeborenen ein Theil der Reflexbewegungen ıoch nicht erfolgt, wenigstens nicht in der zweckmässigen Weise wie später. Ein neugeborenes Kind schreit zwar und kommt schliesslich in starke allgeneine Bewegung, wenn es an einer Stelle seiner Haut schmerzhaft erregt wird, es gehört aber schon einige Entwickelung dazu, bis es reflektorisch die Hand :. B. zurückzieht von dem heissen Gegenstand, an dem es sich gebrannt hat; bis es den schmerzenden Gegenstand, den es gefasst hält, fallen lässt; bis es :weckmässige Abwehrbewegungen gegen die Reize zu machen im Stande ist. Es hängt dieses offenbar damit zusammen, dass die Fähigkeit der Lokalisirung ler Empfindungen auf der Haut eine erlernte Eigenschaft ist, so lange liese Fähigkeit noch nicht existirt, kann vielleicht auch keine zweckmässige leflexbewegung entstehen. So mag also vielleicht auch ein Theil der vom ltückenmarke allein nach Abtrennung des Kopfes erregten Reflexbewegungen urch Uebung erlernt sein. Doch dürfen wir nicht vergessen, dass ein grosser 'heil derselben auch dem Menschen sicher angeboren ist. Es ist bekannt, dass vir im Gegensatze zu diesen am Menschen gemachten Beobachtungen bei vielen 'hieren, besonders Vögeln, sehr bald nach der Geburt eine überraschende Ausildung der Reflexbewegungen wahrnehmen: so dass diesen also fixe Bahnen ür Reflexe in grosser Zahl angeboren zu sein scheinen. Vielleicht tritt mit der n der Thierreihe fortschreitend erfolgenden höheren Entwickelung der Willensrgane die angeborene Ausbildung der möglichen Reflexwege zurück, dem Villensantrieb wachsenden Spielraum gebend zur Selbsterziehung seiner Beegungen.

Blendet man einen Frosch beiderseits, so quakt er ganz regelmässig bei Berührung seiner ückenhaut mit dem nassen Finger (O. LANGENDORF). GOLTZ' oben erwähnter Quakversuch cheint danach mehr auf Durchschneidung der Nervi optici als auf die Gehirnverletzung als olche zu beziehen.

Die Uebertragung des Reizes im Rückenmark von einem sensiblen auf einen motorischen erven nimmt eine gewisse Zeit in Anspruch, welche nach HELMHOLTZ etwa zwölfmal rösser ist als die Zeit, welche die Leitung der Erregung in den betrefnden Nervenstämmen erfordert. Wendet man nur starke (für das Maximum der eflexerregung ausreichende und übermaximale) Reize an, so sieht man diese Reflexzeit it der Stärke des Reizes abnehmen und endlich unter Umständen unmerklich (? werden.

Bei Ermüdung kann die Reflexzeit wachsen (J. Rosenthal). Unter Preyer's Leitung haben Heintzmann und C. Fratscher bewiesen, dass durch continuirliche, äusserst langsam ansteigende chemische, mechanische (Quetschen) und thermische Reize bei enthirnten wie unverletzten Fröschen keine Reflexzuckungen von der Haut aus eintreten und dass die Glieder resp. die ganzen Thiere dabei ohne Reflexerregung absterben. Forster fand dasselbe für thermische Reize.

Sehnenreflexe. — (Brown-Séquard, Charot u. A.) Durch Perkussion (Erschütterung durch Klopfen) der Patellarsehne (Patellarreflexe) und der Achillessehne werden bei den meisten Gesunden, sicherer noch bei Rückenmarksleidenden Contractionen des Quadriceps resp. der Wadenmuskulatur hervorgerufen. Während Westphal diese Erscheinung aus direkter Reizung und Zerrung des Muskels erklärt, halten sie Erb und Lewinski für eine reflektorische, da sie nach Durchschneidung der betreffenden Muskelnerven verschwindet. Westphal unterscheidet die Sehnenreflexe als Unterschenkelphänomen und Fussphänomen. Auch C. Burckhardt hält diese Erscheinungen für reflektorische, glaubt aber, dass der Bogen dieses Reflexes nicht im Rückenmark, sondern im Plexus mit den Spinalganglien geschlossen werde, da die Sehnenreflexe fortbestehen nach Durchschneidung der Nervenwurzeln im Wirbelkanal und nach Zerstörung des Lendenmarks, nach Durchschneidung der Nervi crurales aber verschwinden.

Die reflektorischen Thätigkeiten haben an anderen Stellen schon öfters Erwähnung gefunden. Man fasst bekanntlich unter den Begriff Reflex nicht nur die Reflexbewegungen der Skeletmuskeln zusammen, welche wir bisher allein besprachen. Manche behaupten auch auf sensible Reizung Reflexerschlaffung (?) von Muskeln. Vierordt führt als Beispiele der Reflexerschlaffung an die Entleerung von Koth und Urin bei stärkerer Ansammlung derselben in ihren Behältern durch plötzliche Erschlaffung der Sphinkteren (?) in Folge momentaner Reizung der Haut, z. B. durch kaltes Wasser. Nach unvermutheten sensiblen Eindrücken sollen auch Spannungen von Skeletmuskeln nachlassen, so dass man z. B. ein gehaltenes Object fallen lässt. Die Erscheinungen lassen übrigens auch eine ganz andere Erklärung zu. Hier würden sich auch die in der Medicin öfter genannten Reflexlähmungen anschliessen. Auch die Hemmung der Herzbewegung auf Vagusreizung wurde als Reflexerschlaffung gedeutet. Von der reflektorischen Erregung der Drüsennerven war bei der Darstellung der Drüsenthätigkeiten mannigfach die Rede.

Die Reflexhemmung.

Schon mehrmals haben wir davon gesprochen, dass der Wille von Einfluss auf die Reflexbewegungen sei. Es setzt dieser Einfluss eine materielle Verbindung der Centralorgane des Willens sowohl mit allen sensiblen als auch mit allen motorischen Centren voraus.

Reflexhemmung vom Gehirn aus. Der Einfluss, den der Wille auf die Reflexe auszuüben vermag, besteht, ausser der Schöpfung neuer Reflexwege durch fortgesetzte Uebung, vor Allem in der Unterdrückung und Modifikation der natürlichen Reflexbewegungen. Es ist allem Zweifel überhoben, dass in den Hemisphären des Grosshirns die Centralorgane des Willens anzunehmen seien. Daher sahen wir, dass nach Abtrennung des Grosshirnes die Reflexe in ganz regelmässiger Weise auftreten, während bei dem nicht enthirnten Thiere die Reflexbewegungen willkürlich unterdrückt und durch zweckmässige Spontanbewegungen ersetzt werden können. Man hatte schon mehrfältig daran gedacht, dass im Gehirne ein eigenes Hemmungsorgan für Reflexe vorhanden sei, welches durch seine Erregung das Zustandekommen der Reflexe

verhindern könnte: ein Zwischenorgan, welches man sich unter normalen Verhältnissen vom Willen aus reflektorisch in Erregungszustand versetzt denken könnte. SETSCHENOW zeigte, dass, wenn man einen bestimmten Theil des Gehirnes chemisch — z. B. mit Kochsalz — reizt, die Fähigkeit zu Reflexen für das gesammte Thier verschwinde, mit der Entfernung des Reizes aber wieder zurückzukomme. Das Organ, dessen Erregung diese Reflexhemmung hervorruft: das Reflexhemmungscentrum, lokalisirt SETSCHENOW in die Lobi optici des Froschgehirnes (cf. unten). Harnstoff im Blute ist, wie schon erwähnt, ein Reiz für dieses Hemmungscentrum. Bei Anwesenheit von grösseren Mengen von Harnstoff im Blute hören zuerst die Reflexbewegungen auf und kehren nach seiner Entfernung wieder zurück. Auch diese Wirkung lässt sich auf die angegebene Stelle im Froschgehirn lokalisiren (J. RANKE). Analog scheint auch Morphium zu wirken (SETSCHENOW).

Nach neueren Beobachtungen (GOLTZ, SETSCHENOW u. A.) erfolgt auch bei enthirnten Thieren durch starke Reizung sensibler Nerven eine Reflexhemmung. Die Ausstellungen, welche namentlich HERZEN an der Theorie des Reflexhemmungscentrums machte, ergeben, dass die Erfahrungen über dieses Organ noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden dürfen.

Reflexhemmung im Rückenmark. Wir haben schon gesehen (S. 762 u. 979), dass ein elektrischer, auf das Rückenmark auf- oder absteigend von aussen einwirkender Strom das Zustandekommen der Reflexe zu hemmen vermag. Die Reflexbewegungen treten immer langsamer ein, je intensiver der Strom wirkt, um endlich bei einer bestimmten Stärke desselben ganz zu verschwinden. Wir müssen also im Rückenmarke selbst, das normal stets von einem starken elektrischen Strome (Froschstrom) durchflossen ist, auch in diesem Strome eine Reflexhemmung annehmen, die es erklärt, warum auch bei dem enthirnten Frosche die Zeit eine ziemlich bedeutende ist, welche verfliesst zwischen dem Reiz und dem Eintritt der Reflexbewegung. Leider kann man aus der Bestimmung dieser Zeit keinen Schluss ziehen auf die Zeit, welche ein Reiz bedarf, um eine Ganglienzelle zu erregen. Man kennt zwar die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven; man kann auch wenigstens annähernd genau die Länge der durchflossenen Nervenstrecken messen und die auf sie treffende Verzögerung des Reizerfolges in Abrechnung bringen; es bleibt aber dabei noch eine unbestimmbare Unbekannte, welche nicht zu berechnen ist, nämlich die Länge des Weges, den die Nervenerregung im Rückenmarke selbst zu durchlaufen hat.

Unter pathologischen Umständen, bei denen sich eine Verminderung der Intensität des electrischen, das Rückenmark durchfliessenden Stromes ausbildet, sehen wir die normale Hemmung der Bewegung in den reflektorischen Centren sehr bedeutend vermindert. Wir sehen auf verhältnissmässig geringe Reize reflektorisch die Gesammtmuskulatur eines Thieres in Aktion, Tetanus, gerathen. In dieser Richtung wirkt die Vergiftung mit Strychnin. Bei dem Menschen werden derartige Reflexkrämpfe auch hervorgerufen durch verhältnissmässig geringe Reize bei sogenannten »nervenschwachen Personen«, deren krankhafter Zustand gewöhnlich mit dauernden Ernährungsstörungen der Muskeln und Nerven verbunden ist. Wir wissen, dass bei derartigen Leiden die Intensität aller normal im Organismus kreisenden electrischen Ströme abnimmt, so dass

wir es erklärlich finden, dass auch der das Rückenmark durchfliessende Strom so geschwächt ist, dass er nun nicht mehr zu einer genügenden Reflexhemmung hinreicht.

Im Zustande der Apnoe, wenn das Blut mit Sauerstoff übersättigt ist, bleiben die Reflexkrämpfe bei Strychninvergiftung aus. ROSENTHAL und LEUBE.

Automatische Centren.

Der Grund, warum wir mit solcher Ausführlichkeit die Frage nach dem Zustandekommen der Reflexbewegungen behandeln mussten, liegt darin, dass wir nur dann, wenn wir diese von äusseren Ursachen im Organismus erzeugten Thätigkeiten auszuschliessen vermögen, im Stande sein werden, wahrhaft automatische Bewegungen zu erkennen.

Unsere bisherige Betrachtung hat uns gelehrt, dass jedenfalls die grösste Anzahl der Bewegungen des thierischen und menschlichen Leibes, welche in hohem Maasse den Anforderungen der Zweckmässigkeit genügen, zu ihrem Zustandekommen eine in dem Organismus selbst entstandene — automatische — Erregung nicht bedürfen. Freilich ist damit noch nicht bewiesen, dass sie niemals durch automatische Willenserregung zu Stande kommen. Unser Bewusstsein sagt uns, dass wir unter Umständen dieselben Bewegungen willkürlich hervorrufen, die wir unter anderen reflektorisch eintreten sehen. Wir können analog, wie die Erregung durch äussere Reize entstehen kann, auch durch innere, Willensreize, die motorischen Centren erregen, aus deren Thätigkeit die geordnete zweckmässige Bewegung von Muskelgruppen hervorgeht, die der Wille an sich nicht kombinirt, die schon durch innere anatomische Verknüpfungen oder durch geringere Widerstände auf gewissen Bahnen der Nervenerregung mit einander innig zu gleichzeitiger, einer höheren Aufgabe für den Bestand des Organismus dienender Aktion verknüpft sind (koordinirte Bewegungen).

Ausser den reflektorischen schreibt man dem Rückenmarke auch automatische Apparate zu. Vom Rückenmark wird normal beständig ein Tonus glatter Muskeln unterhalten und, wie GOLTZ nachgewiesen hat, ein tonischer Einfluss auf die Aufsaugung vorzüglich aus den Lymphräumen in das Blutgefässsystem. Auch die Aufsaugung aus Darm und Magen steht nach GOLTZ unter dem Einfluss des Rückenmarks. Früher wurde auch ein Tonus willkürlicher Muskeln als automatische Wirkung des Rückenmarks angenommen.

Man versteht ursprünglich unter Muskeltonus eine direct vom Rückenmark angeregte, also aktive, beständige automatische, schwache unwillkürliche Contraction sämmtlicher Skeletmuskeln (JOHANNES MÜLLER). Man darf zunächst Tonus nicht verwechseln mit der normalen passiven Spannung des Muskels zwischen seinen Ansätzen, welche bei der Muskeldurchschneidung Auseinanderweichen der Schnittflächen veranlasst. Die nach Facialislähmung eintretende Verzerrung des Gesichts nach der gesunden Seite scheint ebenso wenig auf Tonus zu beruhen. Nach der Contraction der Gesichtsmuskeln der gesunden Seite reicht die Spannung der dadurch verzogenen gelähmten

luskeln nicht hin, sie wieder auf ihre frühere Länge auszudehnen. Analog erhält es sich mit den Stellungsveränderungen des Augapfels nach Lähmung inzelner Augenmuskeln. Heidenhain's Versuche sprechen direct gegen einen utomatischen Tonus quergestreifter Muskeln. Er zeigte, dass ein passend espannter Muskel, der mittelst seiner motorischen Nerven noch mit dem Rückennarke zusammenhängt, sich auf eine Durchschneidung des Nerven nicht verängert. Wenn man den automatischen Tonus leugnet, so ist damit noch nicht usgeschlossen, dass nicht unter bestimmten Bedingungen vom Rückenmarke us eine unwillkürliche, schwache Contraction willkürlicher Skeletmuskeln tatt hat, aber dieselbe ist nicht automatischer, sondern reflektorischer Natur. Brondgeest durchschnitt bei Fröschen das Rückenmark unter dem verlängerten Marke und dann den Plexus ischiadicus des einen Beines. Das Thier zeigte enkrecht hängend auf der nicht operirten Seite alle Gelenke etwas gebeugt, las ganze Bein etwas angezogen, auf der operirten Seite erschienen die Gelenke chlaff. Durchschneidung der hinteren (sensiblen) Rückenmarkswurzeln hatte lenselben Erfolg wie vollkommene Nervendurchschneidung, so dass es damit icher gestellt erscheint, dass dem Rückenmark und von da aus den motorischen Nerven der Beugemuskeln von den sensiblen Hautnerven aus fortgesetzt ein Reiz zugeleitet wird. Diese Contractionen sind also nicht automatisch, sondern reflektorisch.

Als Tonus unwillkürlicher Muskeln wird die unter normalen Verhältnissen dauernde Contraction des Dilatator pupillae, welche nach Durchschneidung des Halsstammes des Sympathicus aufhört, angesprochen. Das automatische Centrum dieses Tonus: Centrum ciliospinale (Budge), soll im Rückenmark in der Gegend des Halsmarks liegen, weil Lähmungs- und Reizungszustände dieser Rückenmarkspartie den Dilatator entsprechend beeinflussen (Pupillenerweiterung bei Reizung, Verengerung bei Lähmung). Der automatische Charakter dieser Einwirkung ist jedoch nicht sicher gestellt, es sind reflektorische Beeinflussungen nicht ausgeschlossen, und neuere Versuche verlegen das eigentliche Erregungscentrum, zu welchem sich das Centrum ciliospinale nur als Zuleitungsorgan verhalten würde, in die Medulla oblongata (Salkowski). Koll hat nachgewiesen, dass electrische Reizung der Vierhügel Pupillenerweiterung hervorruft, welche nach Durchschneidung des Halssympathicus aufhört.

Auch den glatten Muskelfasern der Blutgefässe kann ein beständiger schwacher Contractionszustand nicht abgesprochen werden. Er wird durch die verengernden Gefässnerven vermittelt, nach deren Durchschneidung die Gefässe sich erweitern. Dieser Tonus wird vom Rückenmark angeregt, da halbseitige Rückenmarksdurchschneidungen die Arterien halbseitig lähmen. Man nahm für diesen Gefässmuskeltonus automatische Centren im Rückenmark an. Budge sucht das Gefässnervencentrum, auf dessen Reiz sich alle kleineren Arterien verengern, im Gehirn, in der Nähe der Grosshirnstiele. Auch hier scheint der Beweis der Automatie nicht erbracht, Reflexe sind nicht ausgeschlossen. Goltz hat nachgewiesen, dass reflektorisch der Gefässtonus beeinflusst werden kann, und zwar von den Nerven der Baucheingeweide (Darm und Magen), durch ihre mechanische oder electrische Reizung wird der Tonus ge-

lähmt. Andererseits verlegt man auch den Sitz des eigentlichen Erregungscentrums nun höher in das verlängerte Mark.

Auch eine dauernde, leichte Contraction glatter Sphinktermuskeln existirt. Füllt man das Rectum mit Flüssigkeit an, so wird, wenn die betreffenden Nerven intakt sind, erst bei höherem Druck der Sphinkterenschluss überwunden als nach Durchschneidung der Nerven (Giannuzzi u. A.). Nach Budge, Giannuzzi und Kupressow liegt das Centrum dieser »tonischen« Innervation im Rückenmark (zwischen dem 4. und 6. Lendenwirbel bei Kaninchen und Hunden). Budge, der bei Kaninchen das untere Centrum genito spinale in die Gegend des 4. Lendenwirbels versetzt, findet noch ein oberes im Pedunculus cerebri. Ob ein Sphincter vesicae existirt und sein etwaiger tonischer Verschluss ist noch streitig. Die Contraction der Harnröhrenmuskulatur scheint nach Budge reflektorisch.

Das S. 988 erwähnte, von Goltz entdeckte Phänomen der Beeinflussung der Resorption im Blutgefässsystem von Seite des Rückenmarks zeigt sich darin, dass bei Fröschen nach Abtrennen des Gehirns und bei erhaltenem Rückenmark sehr rasch eine Aufsaugung einer in die Lymphräume gebrachten indifferenten Flüssigkeit in das Blutgefässsystem erfolgt; die Resorption bleibt aber aus, sowie das Rückenmark zerstört wurde. Hier ist ein beständiger Einfluss unverkennbar, ob wir ihn uns aber automatisch oder reflektorisch zu denken haben, ist ebenfalls nicht entschieden, das letztere wird dadurch wahrscheinlicher, weil reflektorisch durch Reizung der Hautnerven (der unteren Extremitäten) die Resorption gesteigert werden kann.

Im Rückenmarke sind sonach wahre automatische Centren bis jetzt noch kaum sicher gestellt, die auf ihre Anwesenheit gedeuteten Phänomene lassen sich auch als Reflexerscheinungen auffassen. Damit ist jedoch natürlich nicht ausgeschlossen, dass diese Bewegungscentren, welche durch Reflexe beeinflusst und erregt werden können, nicht unter Umständen auch aus Ursache innerer, in ihnen selbst entstandener Veränderungen in Thätigkeit verfallen können. Das Vorkommen zweier anatomisch verschiedener Nervenzellarten im Rückenmark deutet man für automatische Funktionen desselben (cf. unten), und die eigenthümliche Verknüpfung der automatischen Zellen mit dem Fasernetze der grauen Substanz würde auch gelegentliche Reflexe ermöglichen. Alle Vorgänge, welche zu einer Veränderung der chemischen Gewebszusammensetzung führen, erregen schliesslich auch die genannten Centren; aus diesem Grunde bringen sie z. B. Erstickungskrämpfe hervor. Wir sehen letztere daher nicht nur auftreten bei allgemeiner Verarmung des Blutes an Sauerstoff und Ueberladung mit Kohlensäure, sondern auch dann, wenn z. B. bei Stagnation des Blutes in den Gehirngefässen durch Verschluss der zuführenden Arterien oder durch Verblutung diese Veränderung zunächst nur das Blut des Gehirns oder die Gehirnsubstanz selbst trifft. Die Krämpfe bei Verblutung benannte man als anämische Krämpfe (Kussmaul und Tenner).

Von der Medulla oblongata, dem verlängerten Mark, finden wir eine Reihe von Bewegungen hervorgerufen, welche für die erste Betrachtung den Charakter des automatischen an sich tragen, in Wahrheit aber reflektorisch scheinen.

Die Aktionen, welche hier in Betracht gezogen werden müssen, sind vor

lem die rhythmischen Athembewegungen und die Hemmung und ›gulirung der Herzbewegung; beide Thätigkeiten haben ihren Sitz in m verlängerten Marke. Man hat sie dort näher zu lokalisiren versucht und · die rhythmischen Athembewegungen wenigstens ist es auch gelungen, den t des Athemcentrums, des Centralorganes der Athembewegungen auffinden. Er liegt nahe der Spitze des Calamus scriptorius, an der Ursprungs-›lle des Vagus und Accessorius. Seine Zerstörung unterbricht momentan die hembewegungen, so dass bei warmblütigen Thieren sogleich nach derseln der Tod eintritt (Noeud vital, Flourens). Von diesem Organe aus wern fortwährend rhythmisch die Athemmuskeln in Thätigkeit versetzt, ohne ss wir von aussen her eine Reizung auffinden könnten, welche die Bewengen als reflektorisch entstanden ausreichend erklären könnte. Auch bei dem ntralorgane der Herzregulirung im verlängerten Marke scheinen äussere Reize cht oder in geringem Maass betheiligt (cf. unter S. 993). Trotzdem spricht ne Reihe von Thatsachen dafür, dass auch hier Reflexe im Spiele sind.

Das Athemcentrum wird von dem Vagus und Larygeus superior . Rosenthal) beeinflusst. Wir sehen auf Reizung der Nasen- und Kehlkopfhleimhaut heftige Exspirationsbewegungen eintreten, die ohne Zweifel als eflexe gedeutet werden müssen. (Auch plötzlich erfolgende Hautreize — Beessen mit kaltem Wasser etc. — bewirken reflektorisch Einathmungsbeweıngen.) Die Durchschneidung des Vagus am Halse bewirkt Verlangsamung der thmung; Reizung des centralen Vagusstumpfes, der also noch mit dem verngerten Marke in Verbindung steht, beschleunigt sie dagegen wieder (Traube). iese Ergebnisse des Experimentes lassen kaum eine andere Deutung zu, als ss von der Peripherie aus durch den Vagus beständig ein Reizzustand dem ›eud vital zugeleitet wird, der seine Ganglienzellen reflektorisch in Erregung rsetzt, so dass Einathmungsbewegungen gemacht werden. J. Rosenthal fand, ss die Reizung des Laryngeus superior den gegentheiligen Effekt hat, so dass › höchste Intensität seines Reizzustandes Exspirationsbewegungen (Husten) zeugt. Zur Erklärung der Rhythmik der Ein- und Ausathmungsbewegungen ıcht er die Annahme, dass das Athemcentrum abwechselnd von den beiden nannten Reflexbahnen aus erregt wird.

Bei Verstärkung des Reizes auf das Athemcentrum werden zunächst ausser n normalen auch die accessorischen Athemmuskeln und endlich fast alle Körrmuskeln ergriffen, es treten Erstickungskrämpfe ein, für welche also s Centrum auch im Centrum der willkürlichen Athembewegungen zu liegen ıeint. Doch nimmt man vielfach ein besonderes Krampfcentrum in der dulla oblongata an, und deutet das Auftreten der Erstickungskrämpfe dahin, ss sich von dem Athmungscentrum bei Verstärkung des Reizes der Reizzund auf benachbarte Theile der Medulla oblongata und vielleicht sogar des ckenmarks fortsetzt, da man dann auch andere nervöse Centren: das Centrum iospinale, das Centrum der Gefässnerven, das Herzhemmungscentrum etc. in n Erregungszustand verfallen sieht. Der Reiz des Athemcentrums und der rigen genannten Centren beruht, wie gesagt, normal auf einer chemischen ränderung der Gewebsflüssigkeiten der nervösen Centralorgane (vor Allem rarmung an Sauerstoff und Anhäufung von Kohlensäure, cf. unten).

Auch für die Reflexerregung des Centrums für Regulirung der

Herzbewegung sprechen Thatsachen. Es scheint, dass stets von einer Anzahl sensibler Nerven aus reflektorisch Erregungszustände zu dem verlängerten Marke geleitet werden, welche die Herzbewegung verlangsamen. Das Nähere ist bei der Besprechung der Herznerven schon mitgetheilt. Auch das vasomotorische Centrum scheint in der Medulla zu liegen. Durchschneidung des Halsmarks lähmt und erweitert alle Arterien im Bereiche unterhalb des Schnittes, Reizung der Medulla verengt dagegen die Arterien (cf. oben und bei Gefässnerven). Nach dem oben Angeführten liegt auch das eigentliche Bewegungscentrum des Dilatator pupillae in dem verlängerten Mark.

In der Medulla oblongata sind auch die Centren der Schlingbewegungen und der Kaubewegungen gelegen, welche beide reflektorisch, ersteres durch die sensiblen Nerven, welche in den Gaumenzweigen des Sympathicus liegen (SCHRÖDER VAN DER KOLK), erregt werden. Man schliesst auf ihr Vorhandensein daraus, dass sowohl Schlingkrämpfe als Kaumuskelkrämpfe (Trismus) bei Reizzuständen der Medulla oblongata auftreten.

Auch ein Centrum für chemische Aktion liegt im verlängerten Marke: das Centrum für Zuckerbildung in den Organen (Leber), neben ihm liegt ein anderes, dessen Reizung die Harnsekretion vermehrt. Beide Organe scheinen ebenfalls im normalen Zustande reflektorisch erregt zu werden. Nach der Exstirpation der Leber soll nach SCHIFF die betreffende Gehirnverletzung nicht mehr Diabetes hervorrufen. Diese Angabe wird durch die Entdeckung der Glycogen- und Zuckerbildung im Muskel und ihre Betheiligung am Diabetes zweifelhaft. Nach den Angaben BRÜCKE's, dass der Harn normal einen geringen Zuckergehalt erkennen lasse, schien das Centrum der Zuckerbildung beständig in geringem Grade thätig zu sein. J. SEEGEN's neue Versuche machten aber den normalen Zuckergehalt des Harns zweifelhaft. Nicht nur bei Säugethieren bringt der »Zuckerstich«, die Piqure, eine Zuckerausscheidung im Harne zu Wege. KÜHNE hat den Zuckerstich mit Erfolg bei Fröschen, M. BERNHARD bei Vögeln ausgeführt.

Wir sehen, dass auch die scheinbare Automatie der Thätigkeiten des verlängerten Markes bei näherer Betrachtung sich auf reflektorische Erregung zurückführen lässt. Doch haben diese Aktionen immerhin etwas Besonderes vor den vorhin besprochenen Reflexbewegungen voraus. Wenn die Erregung, der sie den Antrieb verdanken, auch nicht zuerst in den motorischen Centren automatisch begonnen hat, so erfolgt dieselbe doch unter normalen Bedingungen in Folge von inneren, nothwendigen Zuständen des Organismus selbst nicht durch Reize, welche von aussen auf denselben einwirken. Wir können diese letzte Gruppe als innere Reflexe von den äusseren Reflexen, bei denen der Reiz ein äusserer, mehr zufälliger ist, unterscheiden.

In dem Mittelhirne, im Kleinhirn und auch noch in der Medulla oblongata scheinen die Coordinationscentren der Bewegung zu liegen, von denen unten noch Näheres folgt. Die Lage des Reflexhemmungscentrums (SETSCHENOW) ist schon oben (S. 987) besprochen. Electrische Reizung der Vierhügel bewirkt bei erhaltenem Sympathicus Pupillenerweiterung; das obere Centrum genitospinale und das obere Gefässnervencentrum verlegt BUDGE in die Hirngegend, in welcher der Pedunculus cerebri liegt.

Zusammenstellung einiger wichtiger Reflexbewegungen.

Durch Reflexvorrichtungen stehen manche Nerven in sehr inniger Beziehung.

Der Nervus opticus steht reflektorisch in naher Beziehung zum Nervus oculo- otorius, N. facialis und den sensitiven Nasenzweigen des Trigeminus. ie Reizung des Opticus führt zu einer Reflexreizung der Pupillarfasern des Oculomotorius; xx zeigte, dass auf mechanischen Reiz des Opticus die Pupille sich wie bei stärkerer Licht- zung des Opticus verengere. Eine heftige Opticuserregung zwingt reflektorisch zum Lid- luss der Augen (Facialis) und erregt Kitzel in der Nase, ja sogar Niesen (Trigeminus).

Des Nervus Trigeminus sensible Zweige reflektiren ihren Erregungszustand auf n Ramus lacrimalis des Augenastes, den Nervus facialis und die Exspirations- rven. Niesen und Blinzeln mit den Augenlidern vermittelt er dadurch reflektorisch, ebenso e Reflexabsonderung des Speichels und der Thränen.

Die meisten Reflexe, vom Nervus vagus ausgehend, sind oben schon ausführlich be- hrieben. Es muss nur nochmals an den Reflex auf die Athemnerven erinnert werden. Der usten, welcher auf Kehlkopfreizung eintritt, ist Wirkung des Vagus (Nervi laryngei supe- ores), welche ihren Reizzustand auf die Athemmuskulatur übertragen. Nach Durchschnei- ung der N. laryngei superiores bleibt der Husten aus.

Der Nervus glossopharyngeus steht in reflektorischer Beziehung zur Speichel- kretion. Seine sensiblen Fasern stehen in Reflexbeziehung zu dem motorischen Centrum es Schluckaktes.

Für die Rückenmarksnerven fand E. Harless, was E. Cyon bestätigte, dass durch ie hinteren Nervenwurzeln den vorderen (reflektorisch nach Bezold und Bever) ein erhöhter rregbarkeitsgrad mitgetheilt wird.

Sehr wichtig ist die Beobachtung Schiff's und Lovén's, dass von gewissen sensiblen ückenmarksnerven aus auf die Weite der Gefässe reflektorisch eingewirkt werden nn: z. B. von den sensiblen Fasern der oberen Cervikalnerven kann auf die Lumina der fässe des Ohres eingewirkt werden. Auf dieselbe Weise (Reizung sensitiver Rückenmarks- rven) kann reflektorisch durch Vermittelung des Vagus der Herzschlag verlangsamt werden. ch Vagusdurchschneidung hört diese Reflexmöglichkeit auf. Dieselben Nerven können auch e Athemnerven reflektorisch erregen, zu tiefen Inspirationen, wie schon oben erwähnt wurde.

Koordinirte Bewegungen. Die Grosshirnganglien.

Aus dem, was wir bisher kennen gelernt haben, geht hervor, wie viel- ltig die Verbindungen der einzelnen Centralorgane des Nervensystemes unter nander sind, wie verwickelt die Leitungsbahnen, die ein Reizzustand im ückenmark und noch mehr im Gehirne zu durchlaufen hat.

Die besprochenen Thatsachen setzen vor Allem Verbindungsfasern zwischen en einzelnen Ganglienzellen — intercentrale Fasern — voraus. Auf rer Anwesenheit beruht die Möglichkeit der Reflexe, welche uns zu der oben emachten Annahme zwingen, dass die den Reflexen vorstehenden Ganglien- llen im Rückenmarke und Gehirne mit einander in wechselweiser Verbindung ehen, so dass von einer Reizstelle aus durch verstärkten Reiz endlich die Mus- eln des ganzen Organismus in Aktion versetzt werden können. Es veranlasst ns die schon mehrfach besprochene Thatsache, dass auf einen Willens- oder eflexreiz meist nicht ein Muskel allein zuckt, sondern eine Combination von

Muskelcontractionen zu einer für den Organismus zweckmässigen Gr
Bewegungen erfolgt, eine nähere Verbindung der motorischen Centren
stimmte, einzelne Bewegungsgruppen anzunehmen. Man
net diese zu einem einheitlichen Zwecke für den Organismus gewöhn
bunden eintretenden Bewegungen als koordinirte Bewegungen.
cher Weise wir uns diese nähere Verbindung der Bewegungscentren
zelnen Muskeln, wodurch koordinirte Aktionen möglich werden, zu
haben, ist noch nicht völlig klar. Wir haben schon bemerkt, dass sich
zustand im Rückenmarke und wohl auch im Gehirne zuerst und am lei
auf die der gereizten zunächst gelegenen Ganglienzellen verbreitet. Wir
uns darnach den Grund der gleichzeitigen Erregung in einem Nabelie
einer engeren Verknüpfung der betreffenden Centralorgane bedingt
Die Ursachen der koordinirten Bewegungen hängen sicher auf das Innig
den Ursachen der auf einen bestimmten Reiz mit Bestimmtheit eintre
Reflexbewegungen zusammen. Wir haben dort die Annahme gemacht, d
wisse Erregungsbahnen, welche öfter betreten wurden, einen geringeren V
stand der Erregung darbieten als andere, welche die Erregung bisher
gewählt hat. Auch die Koordination gewisser Bewegungen kann sonach e
sein, sie wird verfeinert oder beschränkt durch Uebung (cf. unten S. 997

Wir dürfen nicht glauben, dass ein solches Wegsamerwerden ge
Erregungsbahnen eine Erscheinung wäre, für welche wir nicht Analogi
anderen Gebieten der Physiologie besitzen. Ich erinnere hier daran, das
gleiche Reiz der Muskelnerven bei den erstmaligen Wiederholungen des R
zu grösseren Leistungen antreibt, so dass offenbar die Hemmung der Bewe
weniger stark ist, wenn die Bewegung schon ein- oder mehrmal eingel
war. Die Hemmung der Bewegung nimmt dadurch, dass sie öfter durchla
wird, anfänglich an Stärke ab; später, wenn wahre Ermüdung eintritt, n
sie dagegen wieder zu, bis bei dem Maximum ihrer Intensität jeder R
schwach ist, Bewegung auszulösen. Diese Erhöhung der Beweglichkeit d

[redacted]

wischen Vierhügeln und kleinem Gehirn, so fängt der Frosch nach einiger Zeit on selbst zu kriechen an (Volkmann), wahrscheinlich in Folge einer Reizung on der Schnittwunde aus. Der tiefer geführte Schnitt hebt diese Fähigkeit der utomatischen« geordneten Ortsbewegung auf. Doch scheinen Koordinations- entren für die geordneten Bewegungen des Gesammtkörpers ausser im Klein- rn auch im Mittelhirn (Brücke, Pedunculi, Corpus striatum, Sehhügel, Vier- igel) und in der Medulla oblongata zu liegen, da experimentell eingeleitete erletzungen aller dieser Organe Zwangsbewegungen (Magendie, Schiff A.) hervorrufen. Man bezeichnet mit diesem Namen verschiedene krampfhafte, ngewöhnliche Ortsbewegungen des Körpers oder Versuche zu solchen, nament- ch Wälz- und Rollbewegungen um die Längenaxe des Körpers, sowie Reit- ahnbewegungen, bei denen die Fluchtversuche das verletzte Thier nach Be- chreibung einer Kreisbahn wieder an den Ausgangspunkt zurückführen. Liegt as Thier auf dem Boden, so dreht es sich wohl auch wie der Zeiger einer Uhr m seine Hinterbeine. Auch krampfhaftes Vor- und Rückwärtseilen kommt vor. ollbewegungen, und zwar meist von der gesunden Seite nach der verletzten, reten ein nach Durchschneidung des mittleren Kleinhirnstiels einer Seite oder ines Seitentheils der Brücke. Die Bewegung hört auf, wenn eine entsprechende Verletzung auf der anderen Seite angebracht wird. Nach der gesunden Seite erfolgt die Drehung nach Verletzung eines Sehhügels oder Hirnschenkels. Diese etzteren Verletzungen bewirken jedoch auch Reitbahnbewegung, welche beim Frosch auch nach der Ausschneidung eines Lobus opticus erfolgt. Vorwärtsbe- wegung tritt beim Kaninchen ein, wenn nach Entfernung der Grosshirnhemi- sphären beide Streifenhügel ausgeschnitten werden. Nothnagel bezeichnet den nach ihm ganz nahe dem freien Ventrikel zugekehrten Rand liegenden Abschnitt les Streifenhügels, dessen Verletzung Vorwärtsbewegungen veranlasst, als: Nodus cursorius, Laufknoten. Exstirpation des Kleinhirnes bewirkt in man- chen Fällen Rückwärtsbewegung, in anderen Störung in der Erhaltung des Gleichgewichts (R. Wagner). Es ist nicht entschieden, ob diese Zwangsbe- wegungen Folgen der Reizung oder der Lähmung eines nervösen Centralorgans der Koordination oder nur bestimmter leitender Organe sind. Am wahrschein- lichsten erscheint es, dass eine Anzahl dieser Bewegungen in halbseitigen Halb- lähmungen der Muskeln ihren Grund haben, welche die Aktionen der unge- lähmten Seite überwiegen lassen, andererseits könnte freilich auch eine abnorm starke Aktion der kranken Seite durch Ueberreizung angenommen werden. Ueberdies sind die angeführten Erfolge keineswegs vollkommen konstant.

Neben den koordinirten Bewegungen stehen die associirten Bewegungen, Mitbewegungen und Mitempfindungen, welche keine Zweckmässigkeit der Zusammenwirkung erkennen lassen. Die Mitbewegungen (z. B. Stirnrunzeln bei starker körperlicher Anstrengung) können durch den Willen unterdrückt werden. Mitempfindungen, wie z. B. Kitzel im Kehlkopf bei Reizung des äusseren Gehörorgans oder umgekehrt, sind vom Willen unabhängig.

Ueber die verschiedene Funktion der Ganglien der Haube und der Gang- ien des Fusses des Hirnschenkels (Meynert) war oben (S. 967, 974) ausführlich lie Rede. Die Ganglien der Haube (Sehhügel, Vierhügel, innerer Kniehöcker) vermitteln die combinirten Bewegungen, die als unbewusst reflektorische durch

konnte er durch die stärksten Induktionsströme keine motorische
vorrufen. Bei Reizung der Oberfläche des Streifenhügels sah e
Pleurothotonus mit vorwiegender Action der Flexoren eintreten;
der Oberfläche der Vierhügel Pupillenerweiterung mit Opisthoto
der Kleinhirnoberfläche an verschiedenen Punkten brachte
Augenstellungen hervor. F. LUSANA und A. LEMOIGNE finden, dass
liche Schicht des Sehhügels in Beziehung zur Sehfunction steh
störung dieser Schicht erblinde das entgegengesetzte Auge; auch i
hügeln wollen sie Centren für die Gesichtswahrnehmung gefu
NOTHNAGEL findet das Kleinhirn durch mechanische Reize motori
B. DANILEWSKY JUN. beobachtete, dass bei schwacher electrischer
Cauda corporis striati und der nächstangrenzenden Theile
Substanz die Inspiration verlangsamt und vertieft wird und der
steigen pflegt, die Pulswellen werden grösser, die Pulsfrequenz ni

Leitungswege der Erregung in den nervösen Centralorga

Für das Gehirn gehen aus der oben S. 964 gegebenen Baut
Hauptleitungsbahnen hervor.

Eine vollständige Durchschneidung des Rückenmarkes lähmt
legenen Körperpartien vollkommen für willkürliche Bewegungen
dungen. Die Reflexe in dem abgetrennten Rückenmarkstücke b
aber bestehen, und zwar zeigt es sich, dass die Reflexerregbarkei
dem Willensorgane abgetrennten Theile des Rückenmarkes wenig
lich erhöht ist. Von der directen Reizung des Rückenmarkes, n
seiner Nervenwurzeln, wurde behauptet, dass dadurch weder Be
Empfindung vermittelt werden können. Da man unter allen Un

l Dittmar) sprechen aber doch für eine directe Reizbarkeit der Vorder- und terstränge.

Nach den Beobachtungen von Schiff leitet die graue Substanz des Rücken-·kes sowohl für Empfindung als Bewegung und zwar nach allen Richtungen, lass partielle Durchschneidungen derselben die Leitung nicht stören. Nach ›seitigen Durchschneidungen des Rückenmarkes nimmt das Gefühl auf der ınden Seite unterhalb des Schnittes ab, auf der durchschnittenen Seite tritt egen unter dem Schnitte eine Steigerung der Empfindlichkeit ein. Auch die ·dinirten Bewegungen und Reflexe scheinen durch die halbseitige Durchneidung meist nicht wesentlich gestört, manchmal mehr auf der gesunden .e als auf der durchschnittenen. Man bezieht diese Beobachtungen auf eine euzung der Rückenmarksfasern (cf. unten). Gänzliche Durchneidung der grauen Masse soll die Leitung des Schmerzgefühles aufhören :hen, obwohl die Erregung durch Tastempfindungen noch ungestört fortbeıe. Die weissen Stränge des Rückenmarks sind in ihrer Leitungsfähigkeit schieden. Die Hinterstränge stehen der sensiblen, die Vorderstränge der ;orischen Leitung vor. Das Leitungsvermögen der seitlichen Stränge des :kenmarkes ist ein gemischtes.

Nach den Untersuchungen Setschenow's scheinen wir die Annahme des all-;igen Leitungsvermögens der grauen Substanz wenigstens für das Froschkenmark modificiren zu müssen. Er zeigte nämlich vor Allem, dass der :n angegebene Erfolg der halbseitigen Rückenmarksdurchschneidung am st unverletzten Frosche sich ganz anders gestalte als am geköpften Thiere, welchem nach der Theorie Schiff's die Verhältnisse die gleichen sein sollten. Ergebnisse sind nach Schiff verschieden, je nach dem Orte, an welchem ı das Gehirn vom Rückenmarke abtrennt. Schneidet man gleich unterhalb Rautengrube durch, an der Grenze zwischen verlängertem Marke und kenmarke, so verschwindet die Fähigkeit der Reflexverbreitung von der .eren auf die vordere Extremität, wenn das Rückenmark halbseitig durchıitten ist, auf der durchschnittenen Seite. Bei Reizung der vorderen Extre-ıten kommen sehr häufig auf der durchschnittenen Seite Reflexbewegungen hinteren Extremitäten zu Stande. Ganz regelmässig wird dieser Erfolg, ın man etwa in der Mitte der Rautengrube, also etwas höher den köpfenden ıitt führt. Geht man mit dem Köpfen noch etwas höher zwischen Vierhügel kleines Gehirn, so hindert die halbseitige Rückenmarksdurchschneidung allseitige Ausbreitung der Reflexe nicht mehr. Somit umschliessen die zwei rschnitte, welche das verlängerte Mark und das kleine Gehirn in sich fassen, unteren Grenzbezirke, wohin die von hinten nach vorn sich fortpflanzende itive Erregung bei Fröschen mit halbseitig durchschnittenem Rückenmarke ngen muss, um von hier aus auf die motorischen Bahnen aller vier Extreten übertragen zu werden.

Es ist dieselbe Hirnschicht, welche auch die Coordinationscentren vier Extremitäten in sich einschliesst (cf. oben). Diese Thatsachen zeigen dass auch für das Zustandekommen der coordinirten Bewegungen Centralne existiren, so dass wir uns denken können, dass durch einen einfachen ensantrieb das betreffende Organ der Bewegung in Thätigkeit versetzt werkann, ohne dass willkürlich jeder einzelne der betheiligten Muskeln zur

Contraction angeregt werden müsste. Es bestätigt diese Beobachtung c der Coordinationscentren die schon ausgesprochene Vermuthung, dass di für gleichzeitig auf einen Reiz eintretende Bewegungen sich nahe gel werden, damit sich der Reizzustand von dem einen auf das andere leic breiten könne.

SETSCHENOW folgert aus seinen Beobachtungen die Anwesenheit verschiedenen Reflexbahnen. Eine für die Verbreitung der Re der vorderen Extremität auf die hintere, und eine andere, welche de kehrten Weg zu ermöglichen hat. Sie sind nicht identisch, da nur di eine durchschnittene Stelle des Rückenmarkes zu umgehen vermögen, zweiten niemals thun, also in ihrem Verlaufe nach vorn in der entspre seitlichen Rückenmarkshälfte bleiben. Ausser diesen beiden Wegen be Rückenmark noch besondere Hauptleitungswege der Empfindungsreize, erst in den Coordinationscentren der vier Extremitäten endigen. Nur diese unverletzt vorhanden sind, können als Reflexe wirklich normale L tionen des Gesammtthieres (z. B. Kriechen) erfolgen.

J. BERESIN behauptet, dass die rein sensiblen und reflektorischen der Froschhaut verschiedene seien. Die Hautnerven der hinteren Extr des Frosches sind in drei Spinalwurzeln angeordnet. Die am meisten hinten liegende ist am dicksten, die vorderste am dünnsten. Diese dünn dere Wurzel soll direct dem Gehirne die sensible Erregung zuleiten. a Reizung hin bewegt sich der Froschkopf, ohne dass sonst auf dem Wege r torische Bewegungen ausgelöst werden. Die Reflexe verschwinden bei g ten Thieren, wenn die beiden anderen Wurzeln durchschnitten sind u allein erhalten ist. Solange das Gehirn unverletzt ist und mit dem Rück zusammenhängt, erregt auch die vorderste Wurzel Bewegungen, welche verschwinden, wenn das Gehirn unter den Hemisphären abgetrennt wi dass die fraglichen Fasern demnach in den Hemisphären ihr Ende finden

In der Medulla oblongata sind die Bahnen der Erregung

[redacted]

folgendermassen aus: die willkürlich motorischen und bewussten sensitiven Vorgänge leiben während ihres Verlaufs nicht sämmtlich auf der Seite, auf welcher sie erregt wur- sondern überschreiten an irgend welchen Stellen die von vorn nach hinten durch die : des Rückenmarks gelegt gedachte Ebene (van Deen, Brown-Séquard, Türk, v. Bezold .). Durchschneidet man das Rückenmark bei einem lebenden Frosch bis zur Mittelebene, t das Bein auf der Schnittseite unvollkommen gelähmt, dagegen ist seine Empfindlichkeit Reflexreizung) gesteigert, während die Empfindlichkeit auf der unverletzten Seite ver- .dert ist (Türk). Diese und die oben angeführten Versuchsergebnisse, welche lehren, nach halbseitiger Rückenmarksdurchschneidung auf der verletzten Seite in Theilen, deren venwurzeln nicht zu nahe am Schnitt entspringen, noch willkürliche Bewegung und Ge- verhältnissmässig wenig beeinträchtigt existiren, beweisen, dass mögliche Leitungswege Empfindung und Bewegung von der einen Rückenmarkshälfte unter- und oberhalb der :legten Schnittwunde auf die verletzte Seite herüberführen. Es kann daraus aber keines- s behauptet werden, dass alle nervösen Leitungsbahnen im Rückenmark sich kreuzen. hat das Rückenmark bei Fröschen der Länge nach getheilt, wobei man die Kommissuren ırlich gänzlich zerstörte, ohne dass volle Lähmung der Glieder beobachtet wurde. Es gibt ıch Leitungsbahnen, welche auf derselben Rückenmarkshälfte von der Peripherie bis zum irn verlaufen, andererseits findet sich Kreuzung eines Theiles der Bahnen, und zwar so- ıl in der weissen als in der grauen Substanz, welche, wie wir unten sehen werden, äusserst reiche und verschieden gerichtete nervöse Verbindungen zwischen den Elementen des kenmarks herstellt. Damit stimmen auch die Ergebnisse der Reflexversuche gut überein. Einfluss der Beobachtungen Setschenow's u. A. auf die Lehre von der Kreuzung der Rü- nmarksfasern ergibt sich aus dem oben Gesagten. — Die bisherigen physiologischen Be- chtungen über die Leitungswege im Rückenmark bieten offenbar nur Bruchstücke des ıren Sachverhaltes dar.

Chemische Lebensbedingungen der nervösen Centren.

Die nervösen Centralorgane stehen unter denselben Einflüssen chemischer Lebens- ingungen wie die übrigen Organe. Ihre normale Functionsfähigkeit ist zunächst gebunden :ine genügende Aufnahme von Sauerstoff und Abfuhr und Neutralisation der Zersetzungs- dukte des Gewebes, vor Allem der Kohlensäure und der bei der Thätigkeit der nervösen tralorgane in grösseren Mengen sich bildenden fixen Säure durch die Blutcirculation, daher en wir bei Anämie Gehirnstörungen, Geistesstörungen eintreten. Die allgemeineren mischen Lebensverhältnisse des Nervengewebes haben schon oben Cap. II und III und 27 Darstellung gefunden. Bei den nervösen automatischen Centren wurde zunächst die ge aufgeworfen, welche innere Veränderung des Gewebes als Reiz für die automatische Er- ung anzusehen sei. Es stiess uns diese Frage schon mehrmals auf, z. B. bei der Entschei- ıg darüber, was als Reiz für die Athemcentren, oder für die peripherischen Centren der mbewegung angesprochen werden müsse. Gewöhnlich glaubte man bisher, dabei nur Frage berücksichtigen zu müssen, ob die Erregung durch Sauerstoffmangel oder durch ılensäureanhäufung im Blute, resp. im Gewebssafte der betreffenden Organe geschehe. beide Annahmen lassen sich, wie wir sahen, Gründe darbringen. Man darf hier aber ıt vergessen, dass die venöse Veränderung des Blutes wie in anderen Geweben, so auch Gehirn nicht nur in einer Verarmung an Sauerstoff und einer Bereicherung an Kohlensäure ɩeht, es mischen sich auch andere Gewebsschlacken dem Blute bei, die sich zum Theil ıt indifferent für die Centralorgane erweisen. Latschenberger constatirte, dass »überhitztes« t und Blut erstickter Thiere als Reiz auf das Athemcentrum wirke. Ob die Kohlensäure nervöser Reiz aufgefasst werden darf, machen meine direct darauf gerichteten Ver- he ziemlich unwahrscheinlich. Kohlensäure scheint nach meinen Beobachtungen, abge- en von Ammoniak, die einzige direct im Stoffwechsel entstehende Substanz, welche so-

wohl Nervencentren (Ganglienzellen), als Nervenfasern in ihrer normalen Erregbarkeit von vorn herein herabsetzt und die der ersteren sehr bald vernichtet. Als directen Reiz werden wir also wohl andere Stoffwechselprodukte zu denken haben, und es wurde schon oben auf die bei ihrer Thätigkeit in den Centralorganen entstehende fixe Säure als Reiz für die Ganglienzellen resp. ihre Fasern hingewiesen.

Ich habe einige der häufigsten Stoffwechselprodukte auf ihre Einwirkung auf die nervösen Centralorgane untersucht, sie lassen ganz eigenthümliche, specifische Wirkungen erkennen. Spritzt man verdünnte Lösungen von Traubenzucker, Harnstoff (STAEDELER u. A. haben im Gehirn Harnstoff nachgewiesen) oder Hippursäure in 0,7% Kochsalzlösung in die Blutgefässe eines lebenden Frosches ein, so zeigen die peripherischen Nerven und die Muskeln kaum eine Alteration ihrer normalen Lebenseigenschaften. Dasselbe ist von den nervösen Centralorganen bei Einspritzung der Zuckerlösung zu sagen. Dagegen zeigen Harnstoff und Hippursäure, aber in verschiedener Weise, deutliche Einwirkung auf gewisse nervöse Centren. Bei Einspritzung verdünnter Lösungen von Harnstoff und Hippursäure sehen wir bei sonst normalen Fröschen die Reflexe verschwinden. Schneidet man nun rasch das Rückenmark durch, so kehren die Reflexe für den Rumpf zurück. Durch verschiedene Durchschneidungsversuche konnte ich die Wirkung des Harnstoffs und der Hippursäure als lokalisirt auf das SETSCHENOW'sche Reflexhemmungscentrum nachweisen. Spritzt man die verdünnte Lösung der beiden Stoffe in 0,7% Kochsalzlösung enthirnten Thieren ein, so verhalten sie sich vollkommen indifferent, die Muskel- und Nervenerregbarkeit, die Reflexerregbarkeit zeigen keine bemerklichen Aenderungen. Hat man dagegen die Einspritzung bei Thieren mit unversehrten nervösen Centralorganen gemacht, so geht, und zwar bei Harnstoff rascher als bei Hippursäure, die Reizung des Reflexhemmungscentrums in eine Lähmung der gesammten Reflexmechanismen des Rückenmarks über, so dass dann nach Durchschneidung des Halsmarks die Reflexe nicht wieder eintreten, obwohl Muskeln und Nervenstämme (sowie das Rückenmark auf mechanischen Reiz) noch gut erregbar bleiben. Dabei fand ich bei der Hippursäure auch eine directe Einwirkung auf die Reflexmechanismen im Rückenmark; sie hebt die durch eine vorausgegangene sensible Einwirkung in den Reflexapparaten gesetzte Reflexreizung auf, ohne ihre Reflexerregbarkeit selbst merklich zu verringern.

Kalisalze, Kohlensäure (?), gallensaures Natron wirken, wie es scheint, auch zuerst erregend auf das Reflexhemmungscentrum, führen aber sehr rasch eine Lähmung der peripherischen Reflexmechanismen und des ganzen Rückenmarks herbei, wie sie analog lähmend und die Erregbarkeit herabsetzend auch auf die peripherischen Nerven und Muskeln wirken.

Die Reihe der untersuchten Stoffe ist noch gering, doch geht schon aus den bisher beobachteten Wirkungen derselben hervor, dass der Organismus sich selbst Reize der verschiedensten Art producirt, dass eine Reihe von Lebenserscheinungen, eine Anzahl von Veränderungen der Functionen, z. B. von Hemmungsvorrichtungen auch der nervösen Centralorgane auf wechselnden, chemischen Veränderungen des Inhalts ihrer Zellen beruhe. Merkwürdiger Weise verhalten sich unter Umständen Stoffe (z. B. Harnstoff, Hippursäure) gegen alle Organe direct indifferent, mit Ausnahme einer einzigen Zellengruppe im Gehirn (Reflexhemmungscentrum), von wo aus sie aber ihre Einwirkung auch auf andere Organe (z. B. peripherische Reflexmechanismen) entfalten können. Eine chemische Ursache, die nur auf ein einziges entferntes Organ einwirkt, kann somit der Grund für Umänderungen der Lebenseigenschaften einer ganzen Reihe anderer Organe werden.

Ueber den Wechsel der chemischen Vorgänge in den nervösen Centralorganen bei Ruhe und Thätigkeit liegen bis jetzt zwei bemerkenswerthe Angaben vor. Bei andauerndem Reizungszustande nehmen dieselben bei Fröschen eine saure Reaktion von einer fixen Säure an, während sie im Zustande der Ruhe neutral (schwach alkalisch?) reagiren (FUNKE, J. RANKE). Weiter beobachtete ich, dass bei Fröschen durch andauernde Thätigkeit der Gesammtwassergehalt der nervösen Centralorgane abnimmt. Der Grund dafür liegt darin, dass normal wenigstens die graue Nervenmasse wasserreicher ist als das Blut.

Wird namentlich durch die bei der Thätigkeit des Organes sich ausbildende saure Reaktion das Imbibitionsvermögen der grauen Masse gesteigert (S. 132), so dringen aus dem concentrirteren Blute nach dem Gesetz der Osmose feste Stoffe in die graue Substanz ein und man beobachtet dann eine annähernde Ausgleichung im Wassergehalt zwischen Blut und grauer Gehirnsubstanz. Bei den Diffusionsvorgängen wechseln vor Allem die krystallisirbaren Substanzen organischer und anorganischer Natur ihren Ort; es werden also aus dem Blute vor Allem die krystallisirbaren Zersetzungsprodukte der Gewebe in die graue Gehirnmasse eindringen und hier die ihnen zukommenden, zum Theil oben beschriebenen, Wirkungen entfalten. Bei einem krankhaft (im *Fieber*) oder durch übermässiges Essen oder aufreibende Muskelthätigkeit vermehrten Gehalte des Blutes an Harnstoff, Hippursäure, gallensauren Salzen (Icterus) und vor Allem an Kohlensäure und phosphorsaurem Kali, einem Hauptstoffwechselprodukt der Gewebe, werden diese Stoffe ihre physiologische Wirkung auf die nervösen Centralorgane entfalten müssen. Die für die genannten Zustände charakteristischen Alterationen in der Funktion der nervösen Centralorgane erklären sich daher schon jetzt zum Theil aus der Anwesenheit der genannten Stoffe in den nervösen Geweben. Die *krankhaften Erregbarkeitsveränderungen der nervösen Centralorgane* im Allgemeinen erklären sich zum Theil wie die physiologischen theils aus dem Auftreten einer *fixen Säure*, welche in geringen Quantitäten die Erregbarkeit vermehrt (auch durch Einwirkung auf die electromotorische Kraft der betreffenden Gewebe), bei gesteigerter Anhäufung aber lähmend wirkt. Jede Veränderung des *Wassergehaltes*, sowohl Ab- als Zunahme, jede mechanische sowie die meisten chemischen Alterationen wirken ganz in dem gleichen Sinne, erhöhen zuerst die Erregbarkeit und schwächen, resp. vernichten sie in der Folge. Der ärztlichen Forschung steht zur näheren Feststellung dieser Verhältnisse noch ein reiches Gebiet der Thätigkeit offen.

Die Cerebrospinalflüssigkeit reagirt alkalisch, ist sehr arm an festen Bestandtheilen und ohne spontane Gerinnungsfähigkeit. Die festen Bestandtheile stimmen im Allgemeinen mit denen aller nervösen Flüssigkeiten überein. Ausserdem findet sich ein zuckerähnlicher Körper (Hoppe-Seyler u. A.), nach C. Bernard wahrer Zucker. In der Flüssigkeit eines Hydrocephalus acutus fand C. Schmid 1,32% feste Stoffe und darunter eine reichliche Menge von Kalisalzen.

Hier sind noch die **Circulationsverhältnisse** der nervösen Centralorgane, namentlich des Gehirnes, zu erwähnen. Die normale Thätigkeit dieser Organe ist, wie wir sahen, von dem normalen Fortgang der Circulation des Blutes in ihnen in hohem Maasse abhängig. Die Folgen der Anämie, der venösen Stauung im Gehirn wurden oben angedeutet; gegen jede Veränderung des Blutdrucks, sowohl Ab- als Zunahme (Anämie und Hyperämie), ist das Gehirn empfindlich. Es sind Vorrichtungen vorhanden, den *Blutdruck im Gehirn und Rückenmark* möglichst konstant zu erhalten. Der Circulus Willisii schützt, indem sich in ihm die vier grossen Hirnarterien verbinden, das Gehirn vor plötzlicher Unterbrechung oder Schwächung der Circulation, z. B. durch Kompression oder Verschluss eines der zuführenden Gefässe. Die blutreiche *Schilddrüse* stellt (Liebermeister) ein Blutreservoir dar, welches Blutdruckveränderungen im Gehirne verhindert, welche vor Allem beim Aufrichten aus horizontaler Lage eintreten könnten und bei sehr raschen Stellungsveränderungen auch trotzdem eintreten. Die Schilddrüse wirkt dabei als selbsteuerndes Ventil für die Blutzufuhr; indem sie bei stärkerer Blutcongestion gegen den Kopf anschwillt, komprimirt sie mehr und mehr die Carotiden, und kann sie unter Umständen, z. B. bei sehr gesteigerter Muskelanstrengung sogar pulslos machen (Guyon, Maignien). Den gewöhnlichen vom Herzen und von der Athmung ausgehenden Druckschwankungen scheinen die Gehirngefässe der Erwachsenen normal nicht unterliegen zu können. Ihnen entsprechend sehen wir aber das bekannte Pulsiren des Gehirnes bei neugeborenen Kindern mit offenen Fontanellen, dasselbe tritt nach Abfluss der Cerebrospinalflüssigkeit oder Trepanation des Schädels bei Erwachsenen ein. Das Gehirn füllt mit dem *Liquor cerebrospinalis* die Schädelkapsel vollkommen aus, so dass, da diese

tritt des Schlafes bei künstlicher chemischer Veränderung des Blutes, z. B. Alkoholeinführung. An den von J. Ranke entdeckten Ermüdungsstoffe[n] Nerven hat W. Preyer auch schlafmachende Wirkungen beobachtet. Name Natron, subcuta ninjicirt oder vom Magen aus (auch saure Milch, concentrirte sollen Schlaf machen. Automatische und reflektorische Thätigkeiten habe[n] Fortgang. Der Stoffwechsel scheint etwas vermindert. Während des Schlaf[es] Anämie des Gehirns vorhanden sein. Der Schlaf tritt ein, wenn keine ode[r] sensible Erregungen von aussen her dem Gehirn zugeleitet werden. (Die cf. oben S. 807). E. Heubel erklärt das Experimentum mirabile Kircher's g Preyer für bedingt durch Einschlafen des mittelst sanften Drucks auf de[n] Thiere (Hühner, Tauben, aber namentlich leicht nachweisbar bei Fröschen stand des Gehirns ist von der Erregung der Empfindungsnerven abhängig. dem Rücken gelangen zum Gehirn Tastempfindungen nur von der Rücke[n] Tastempfindung am wenigsten entwickelt ist.

Die Nerven und der Bau der nervösen Centralorga[ne]

Der Faserverlauf im Gehirn hat oben S. 964 nach Meyner[t] Darstellung gefunden. Die physiologisch-anatomischen Erfahru[ngen] Zusammenhang der Nervenfasern und Ganglienzellen an Gehir[n] mark, sowie über den Faserverlauf im Rückenmark, sollen an di[e] besprochen werden. Die gröberen anatomischen Einzelheiten wie im Vorstehenden als bekannt voraus.

Neuroglia. In den nervösen Centralorganen werden die Ne[rven-] Fasern getragen durch eine zarte, spongiöse Bindesubstanz. der Bindesubstanz in den nervösen Centralorganen ist wichtig,

·r von derselben abgehenden Bälkchen zeigt den Bau eines zarten, gewöhn- ·hen fibrillären Bindegewebes, einzelne elastische Fasern finden sich einge- gert, sowie zellige Elemente mit deutlichem Kern und zuweilen verzweigten ısläufern. An den äusseren Grenzen der Bälkchen, in unmittelbarer Nähe der ›ongiösen Lücken findet sich eine feinkörnige oder nach WALTHER structurlose ıbstanz, modificirtes Bindegewebe, welche sich zwischen die in den Lücken ›s Balkennetzes meist vertikal verlaufenden Nervenfasern einschiebt und die- ·lben gleichsam mit Scheiden umgibt. In der Grundsubstanz verlaufen nach len Richtungen ausserordentlich feine elastische Fasern, welche sich ›tzartig durch einander schieben. Auch diese eigentliche Neuroglia schliesst indegewebszellen ein, die an verschiedenen Stellen verschieden dicht liegen. ie zeigen alle Uebergänge vom protoplasmalosen Zellkern bis zur reichlich erästelten Bindegewebszelle. Die Hinterstränge des Rückenmarks sind etwas eicher an Bindegewebe als die sich hierin ziemlich gleich verhaltenden Vorder- nd Seitenstränge, welche letztere nur da, wo sie an die graue Substanz an- ,renzen, etwas mehr davon erkennen lassen. Die Neuroglia der grauen lückenmarksmasse hängt mit der der weissen continuirlich zusammen, ie zeigt im Allgemeinen das zuletzt geschilderte Verhalten. Die Ausläufer ihrer Zellen sollen mit fadenförmigen Ausläufern der Epithelzellen des Central- kanals zusammenhängen (BIDDER, KUPFFER, CLARKE u. A.), nach GOLGI treten Aus- läufer der Zellen in ziemlicher Zahl an die Gefässwände. Auch im grossen und kleinen Gehirn zeigt das Bindesubstanzgerüst eine analoge Anordnung ınd Bau wie im Rückenmark. Die verästelten Zellen der Bindesubstanz ler nervösen Centralorgane haben oft Veranlassung zu Verwechselungen mit ·ervenzellen gegeben. Die grösste Zahl der verästelten Bindegewebszellen nden sich direct auf der Oberfläche des Gehirns (GOLGI).

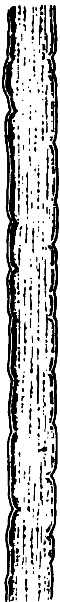
Nach O. DEITERS wären nur diejenigen Zellen als eigentlich nervös anzu- ehen, welche mit unzweifelhaften Nervenfasern zusammenhängen. Doch neigt ich DEITERS dazu, die bindegewebigen Elemente nicht so absolut von den ner- ·ösen zu trennen, als wäre dadurch, dass man ein Gebilde für Bindesubstanz ·rklärt, sein möglicher Zusammenhang mit den nervösen Functionen des Organes ·chon abgeschnitten. Erinnern wir uns nur daran, dass bei den äusseren Sinnesapparaten sich als Endorgane der Nerven Gebilde finden, welche wie die Stäbchen und Zapfen der Retina, die CORTI'schen Fasern der Schnecke offenbar auch als nicht rein nervöser Natur betrachtet werden müssen. Die Unter- suchung der Bindesubstanz der Centralorgane ist noch zu wenig vollständig, als dass wir schon jetzt mit aller Sicherheit die vollkommene Abwesenheit ähn- licher, in ihnen gelegener, innerer centraler Sinnesapparate be- haupten könnten.

In die Neuroglia sind die unzweifelhaft nervösen Elemente der Central- organe eingelagert, die Nervenfasern und Nervenzellen.

Die Nervenfasern (cf. oben Cap. XX). Die einfachste Form aller im Organis- mus sich findenden Nervenfasern (M. SCHULTZE) stellen die Nervenprimitiv- fibrillen dar, es sind fast unmessbar feine Fäserchen, welche massenhaft in den Centralorganen und in der Nähe der peripherischen Enden der Nerven vor- kommen, eine innere Structur ist an ihnen nicht mehr nachzuweisen, sie gehen direct aus dickeren Nervenfasern hervor. In den Centralorganen findet sich

sehr verbreitet eine zweite Faserart, welche sich von der ersten wesentlich durch grössere Dicke unterscheidet: die nackten Axencylinder, nach M. SCHULTZE: Primitivfibrillenbündel. Chemisch weisen sie einen Gehalt an Eiweissstoffen auf, mikroskopisch eine Zusammensetzung aus Primitivfibrillen, verbunden durch eine körnige Zwischenmaterie. Am deutlichsten zeigt sich diese Structur an den dicken verästelten Fortsätzen grösserer centraler Ganglienzellen und an deren Axencylinderfortsätzen. Sowohl die einzelnen Primitivfibrillen, wie die Fibrillenbündel können eine Markscheide an ihrer Oberfläche erhalten, wodurch wieder neue Formen, sogenannte dunkelrandige Nerven, gebildet werden. Das Nervenmark, im Leben homogen und fast flüssig, gerinnt nach dem Tode zu einer körnig trüben Masse. Den centralen Nervenfasern ersetzt die Neuroglia (GERLACH) den Mangel einer gesonderten Hülle, bei den markhaltigen Nervenfasern der peripherischen Nerven findet sich dagegen, mit einziger Ausnahme vielleicht des Nervus opticus und acusticus, ausserhalb der Markscheide noch eine bindegewebige Hülle, die SCHWANN'sche Scheide, das Neurilemma, entweder structurlos, mit eingelagerten Kernen, dem Sarcolemma der Muskelfasern entsprechend, oder aus mehreren Schichten faserigen Bindegewebes zusammengesetzt (Fig. 254). Innerhalb der Markscheide zeigt sich bei den dunkelrandigen Nerven als Axencylinder entweder eine einzelne Nervenfibrille oder ein Fibrillenbündel. Die Dicke der Axencylinder kann sehr verschieden sein, ebenso schwankt die Dicke der dunkelrandigen Nervenfasern im Ganzen sehr bedeutend. Eine andere Art von peripherischen Nerven besitzt Axencylinder und SCHWANN'sche Scheide, aber keine Markscheide. Hierher gehören sämmtliche Verzweigungen des Olfaktorius in der Nasenschleimhaut der Wirbelthiere, auch im Sympathikus finden sie sich häufig, in seinen Eingeweideästen wiegen sie meist vor, man bezeichnet sie als REMAK'sche Fasern.

Fig. 254.



Breite markhaltige Nervenfaser frisch aus dem Gehirn des Zitterrochen, in deren Innern sich die Structur des Axencylinders erkennen lässt.

Wir unterscheiden sonach mit M. SCHULTZE folgende 6 Arten der Nervenfasern:

1) Nackte Primitivfibrillen, 2) nackte Primitivfibrillenbündel, 3) Primitivfibrillen mit Markscheide, 4) Primitivfibrillenbündel mit Markscheide, 5) Primitivfibrillenbündel nur mit SCHWANN'scher Scheide (REMAK'sche Fasern, marklose Nervenfasern im Sympathikus, Olfaktorius und bei den meisten wirbellosen Thieren), 6) Primitivfibrillenbündel mit Markscheide und SCHWANN'scher Scheide (die dunkelrandigen Nervenfasern, die Hauptmasse der cerebrospinalen Nerven).

Theilung der Nervenfasern. Sehr gewöhnlich theilen sich die Nervenfasern in der Nähe ihres peripherischen und centralen Endes, in den Nervenstämmen ist die Theilung selten. Mit Ausnahme der Primitivfibrillen, der letzten Elemente der Nervenfasern, kann die Theilung alle Gattungen von Nervenfasern treffen. Die Ausläufer vieler multipolarer Ganglienzellen erscheinen als getheilte und verästelte Primitivfibrillenbündel, auch die mark-

en Fasern des Olfaktorius zeigen vielfältige Theilungen. Am bekanntesten ır bisher die Theilung der markhaltigen Fasern, sie entsenden die Zweige tweder dichotomisch oder als einen Busch (Nervenendbusch bei den skelnerven) von wieder dunkelrandigen Nervenfasern, alle Bestandtheile der rvenfaser setzen sich auf ihre Zweige fort. An der Theilungsstelle selbst ist ist das Nervenmark vermindert, der Nerv erscheint daher hier eingeschnürt, den Zweigen tritt das Mark wieder mächtiger auf. Die Theilung der orillären Axencylinder besteht in einer allmählig fortbreitenden Isolation der sie zusammensetzenden Primitivorillen (M. Schultze). Die Schwann'sche Scheide schwindet an den peripherchen Endausbreitungen der Nerven, meist vorher schon die Markscheide, d die Axencylinder zerspalten sich in der Mehrzahl der Fälle endlich in e einzelnen, nun selbständig verlaufenden Primitivfibrillen (M. Schultze), elche sich, wie wir gesehen haben, jede einzelne meist mit einem besonderen ıdapparat verbinden. In manchen Fällen (wie bei den Muskelnerven) heint bis jetzt dagegen der Axencylinder noch als ziemlich dickes Bündel . endigen.

Die Nervenzellen haben wir, wie die Nervenfasern, bei der allgemeinen Darellung der Gewebszellen schon besprochen (S. 36, Fig. 40). Hier haben wir och einiges Specielle nachzutragen.

Der Körper der meisten Ganglienzellen des Rückenmarks läuft, ie a. a. O. erwähnt (über die Zellen der peripherischen Ganglien cf. bei Symathikus) in eine mehr oder weniger grosse Zahl von Fortsätzen aus, welche sich annigfach in langen Zügen und oft wiederholten Theilungen verästeln, und in elche sich das Protoplasma ohne Unterbrechung direct hinein verfolgen lässt, lösen sich zuletzt in unmessbar feine Fäserchen auf. Deiters nennt diese rtsätze: Protoplasmafortsätze, M. Schultze: verästelte Fortsätze. r diesen zeichnet sich ein einzelner, immer unverästelter Fortsatz aus, der tweder von dem Körper der Zelle oder seltener von der Wurzel eines der sseren Protoplasmafortsätze entspringt: Nervenfaser oder Axencylinrfortsatz, in seinem weiteren Verlauf umgibt er sich mit einer Markscheide. findet sich nicht nur an den grossen, sondern auch an den kleinen Ganglienlen des Rückenmarks, in der Olive, der Brücke, auch an Zellen des grossen hirnes. Deiters beschreibt, wie von vielen Protoplasmafortsätzen grösserer d kleinerer Zellen eine Anzahl sehr feiner, leicht zerstörbarer Faser abgehen. hält sie für Nervenfibrillen, mit denen sie Ansehen und physikalisch-chemies Verhalten gemein haben. Sie verästeln sich noch zuweilen. An einigen nnte im weiteren Verlaufe eine dunkelrandige Contour, die sie als nste markhaltige Nervenfasern charakterisirt, erkannt werden.

So erscheinen denn diese Ganglienzellen als Centralpunkte für zwei Syeme echter Nervenfasern, einer meist breiteren, immer einfachen und ıgetheilten Faser (Fibrillenbündel) und eines zweiten Systemes feinster Fäseren, die aus den Protoplasmafortsätzen hervorgehen.

Das Protoplasma der Ganglienzellen erscheint nach M. Schultze in der ganzen cke der Zellen feinkörnig und fibrillär (Fig. 255). Der Axencylinderfortsatz igt ebenfalls eine fibrilläre Structur, auch die Protoplasmafortsätze bestehen

Fig. 255.



Eine der mittelgrossen Ganglienzellen aus dem vorderen Horn des Rückenmarkes vom Kalb, bei 600facher Vergrösserung nach kurzer Maceration in Jodserum isolirt. Die Fortsätze sind zum Theil kurz abgerissen, wie die drei unteren mit b bezeichneten; a Axencylinderfortsatz.

aus Fibrillen, doch ist bei ihnen die interfibrilläre körnige Masse stärker vertreten. Die Fibrillen der Fortsätze stehen mit den Fibrillen des Zellenprotoplasmas in directem Zusammenhang. Die fibrilläre Structur der Zellensubstanz zeigt sich am deutlichsten in der Rinde der Ganglienzellen, direct um den Kern scheint nur feinkörnige Masse zu liegen. Der Verlauf der Fibrillen innerhalb der Ganglienzellen ist sehr verwickelt. Von jedem Fortsatz aus treten sie divergirend ein und bilden ein Gewirr sich unregelmässig durchkreuzender Fäserchen (Fig. 255). Bei der Beobachtung der grossen Zellen aus dem Gehirne des Zitterrochens wurde es M. Schultze wahrscheinlich, dass die ganze Fibrillenmasse, welche die Ganglienzellen aufbaut, dieselbe nur durchsetzt. Vielleicht ist also die Ganglienzelle, aus welcher ein Axencylinder entspringt, nur insofern das Anfangsorgan desselben, als ihm die ihn zusammensetzenden Fibrillen auf dem Wege der verästelten Fortsätze der Ganglienzellen zugeführt werden. Die Fibrillen, welche man die Ganglienzellen durchziehen sieht, würden nach dieser Annahme in der Zelle nicht (wenigstens nicht der Mehrzahl nach) ihren Ursprung nehmen, sondern in derselben nur eine Umlagerung erfahren zur Zusammensetzung des Axencylinderfortsatzes und Ueberleitung in andere verästelte Protoplasmafortsätze. Nach der oben gegebenen Darstellung Meynert's müssten dagegen auch viele Fasern, d. h. Fibrillenbündel, in

den Ganglienzellen enden, andere entspringen, da durch die Ganglien theils Verminderung, theils Vermehrung der Faseranzahl erfolgt.

Die Ganglienzellen des Gehirnes. Auch an den Nervenzellen der grauen Substanz des Grosshirns (Hirnrinde) sah Gerlach je einen Axencylinderfortsatz, welcher, ohne sich zu verästeln, direct zur Axenfaser einer markhaltigen Nervenfaser wird, ob alle Nervenzellen dieser Region einen solchen Deiters'schen Fortsatz haben, lässt er unentschieden. An den Ursprungsstellen der Hirnnerven fand Deiters selbst den Rückenmarkszellen vollkommen entsprechende Formen. Aus einer Anzahl von Ganglienzellen des Gehirnes sind peripherisch verlaufende Nervenfasern nicht direct ableitbar, z. B. von den retortenförmigen Ganglienzellen in der Rinde des kleinen Gehirnes. Nach Deiters haben dieselben verästelte Fortsätze und einen unpaaren, der weissen Substanz des kleinen Gehirnes zugerichteten Fortsatz, dieser zeigt nach Gerlach aber auch Verästelungen, so dass er dem Axencylinderfortsatz der Rückenmarksganglienzellen nicht zu entsprechen scheint.

M. Schultze und Kölliker haben deutliche fibrilläre Structur auch an diesen Zellen und ihren Fortsätzen nachgewiesen, ebenso an den Zellen der grauen Rinde des grossen Gehirns. Nach Meynert und Arndt zeigen diese annähernd kegelförmig gestalteten Zellen einen dickeren peripherischen, sich erst später verästelnden (M. Schultze) Fortsatz, von der Spitze der Zelle ausgehend und eine grössere Zahl verästelter Fortsätze, welche gegen die weisse Substanz gerichtet sind. Die Zellen des Pes hippocampi major zeigen ganz analoge Verhältnisse (M. Schultze), Gerlach macht neuerdings, wie wir noch unten besprechen werden, auch für das Rückenmark das Vorkommen von Ganglienzellen ohne Axencylinderfortsatz wahrscheinlich, er konnte einen solchen an den Zellen der Clarke'schen Säulen niemals auffinden, so dass also auch im Rückenmarke zweierlei verschiedene Ganglienzellenformen vorkommen, von denen die eine nur Protoplasmafortsätze besitzt.

Im Gehirne findet sich aber, ausser den geschilderten grösseren, noch eine enorme Anzahl kleinerer Zellen, deren Kerne nur von wenig Protoplasma umlagert wird. Zum Theil senden sie nervöse Fortsätze aus und charakterisiren sich dadurch als wahre Nervenzellen, es scheinen unter ihnen multipolare, bipolare und unipolare vorzukommen. Im kleinen Gehirne bilden sie dicke Lagen, ihre Ausläufer werden zu feinsten Fibrillen.

In der grauen Substanz der Windungen des menschlichen Grosshirns existirt eine doppelte Art des Nervenfaserursprungs (Rindfleisch, Gerlach). Die markhaltigen Nervenfasern, welche aus der weissen in die graue Masse des Grosshirns eintreten, verlaufen zu Bündeln geordnet theils radiär bis an die Hirnoberfläche, theils horizontal und bilden ein grobmaschiges Netzwerk, in dessen Lücken die Nervenzellen liegen. Ausser diesen Zellen zeigt sich in den Lücken, ganz dem Befunde im Rückenmark (Gerlach) entsprechend, ein zweites äusserst feines Netz feinster, nicht mehr markhaltiger Nervenfasern. Nach Gerlach gehen diese feinsten Fasern aus den Verästelungen der Protoplasmafortsätze der Nervenzellen hervor, andererseits entwickeln sich aus diesem Netze breitere und sich bald mit Mark umgebende Nervenfasern, welche dann in das erstgenannte grossmaschige Netz markhaltiger Nervenfasern eintreten. Rindfleisch

glaubt, dass zwischen den Anfängen des zweiten feinsten Netzes und den Endigungen der Protoplasmafortsätze der Nervenzellen eine feinkörnige Masse eingeschoben sei; GERLACH gelang es, die Continuität des feinsten Netzes bis zu den Fortsätzen der Zellen festzustellen. Für die feinsten Nervenfibrillen selbst im Gehirn und Rückenmark, welche nach der gegebenen Darstellung in die Ganglienzellen fertig gebildet eintreten, können wir nach der Hypothese M. SCHULTZE's annehmen, dass wenigstens eine Anzahl von ihnen aus diesen kleinen, zum Theil unipolaren Ganglienzellen hervorgehen. Für einen anderen Theil der Fibrillen wäre vielleicht noch an dem vielfach behaupteten Ursprung aus grösseren Ganglienzellen festzuhalten, und zwar haben wir Angaben, dass ihr centrales Ende in der Zellsubstanz oder im Kern oder im Kernkörperchen zu suchen sei. Eine dritte Fibrillengattung hat nach der Vermuthung M. SCHULTZE's gar kein centrales Ende im Gehirn und Rückenmark, sie entspringen vielleicht an der Peripherie, durchsetzen die Ganglienzellen und kehren auf neuen Bahnen zur Peripherie zurück. Auf ihrem Wege zur Peripherie oder zum Centrum erfahren dann diese Fibrillen, indem sie durch multipolare Ganglienzellen hindurchtreten, neue Umlagerungen und Anordnungen; andere enden oder entspringen in Ganglienzellen. Bipolare Ganglienzellen sind wesentlich nichts anderes als kernhaltige Anschwellungen des Axencylinders.

Die multipolare Ganglienzelle ist also nach M. SCHULTZE vorwiegend ein Knotenpunkt zahlloser, aus den verschiedensten Regionen des Nervensystems stammender Einzelfibrillen. Die Fibrillen der Protoplasmafortsätze verlaufen theils central (zur Zelle), theils peripherisch (von der Zelle weg). Auf der Bahn der Protoplasmafortsätze verlaufen zur Zelle Fibrillen sehr verschiedener Abstammung. Eine Auswahl aus diesen verläuft in ein Bündel zusammengefasst als Axencylinderfortsatz zur Peripherie, die übrigen ziehen auf dem Wege der verästelten Fortsätze andere noch unbekannte Wege.

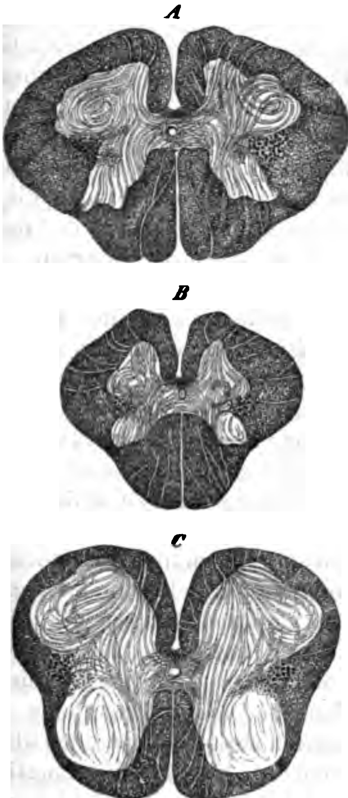
Directe Communication der Nervenzellen durch dickere Fasern kommt nach den Angaben älterer Autoren vereinzelt vor, doch relativ selten; J. CARM hat dagegen unter KOLLMANN's Leitung aus den Vorderhörnern des Rückenmarks (vom Kalb) solche Verbindungen zahlreich erhalten und sucht das bisherige Misslingen ihres Nachweises nur in der Schwierigkeit der Präparationsmethoden. Das physiologische Postulat des Zusammenhangs der Ganglienzellen unter sich wurde, wie wir unten sehen werden, noch auf eine andere Art gelöst.

Faserverlauf im Rückenmark. Bekanntlich sind im Rückenmarke die nervösen Elemente im Grossen so angeordnet, dass eine weisse, abgesehen vom Bindegewebe, aus Nervenfasern bestehende Substanz auf dem Querdurchschnitt gleichsam als Rinde einen grauen, die Ganglienzellen enthaltenden Kern umkleidet, welcher, ziemlich in der Mitte vom Centralcanal des Rückenmarkes durchbohrt, von vorn und hinten je zwei graue Fortsätze in die weisse Masse hinein sendet, die als Hörner und zwar als Vorder- und Hinterhörner beschrieben werden (Fig. 256).

Die weisse Substanz des Rückenmarks wird der Länge nach in zwei seitliche Hälften getheilt, welche wieder je in drei Stränge gespalten werden. Die Theilung in Seitenhälften ist eine natürliche, sie entspricht der Fissura anterior, die das Rückenmark spaltet und in welche sich ein Fortsatz der Pia mater einsenkt. Im Grunde der Spalte befindet sich die sogenannte weisse oder vor-

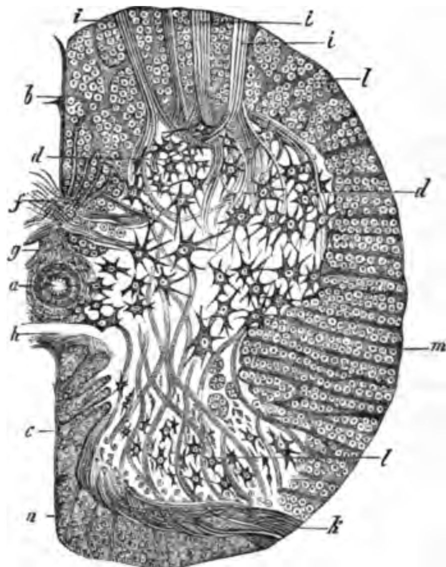
dere Kommissur. Die Spaltung der dadurch gebildeten beiden Hälften in weitere Stränge: Vorderstrang, Seitenstrang, Hinterstrang ist eine mehr künstliche. Die Entwickelungsgeschichte kennt nur zwei Stränge, den Vorder- und Hinterstrang, der Seitenstrang gehört grösstentheils zu dem Vorderstrange. Am ganzen Halstheil der Hinterstränge finden sich noch zwei dunklere keilförmige Mittelstreifen: die GOLL'schen Keilstränge. Die beiden Hinterstränge werden bis zum grauen Kerne herab durch Bindegewebe und

Fig. 256.



Querschnitt aus verschiedenen Höhen des Rückenmarks eines halbjährigen Kindes. Vergr. 8. *A* Aus der Mitte der Halsanschwellung. *B* Aus der Mitte des Brusttheils. *C* Aus der Mitte der Lendenanschwellung.

Fig. 257.

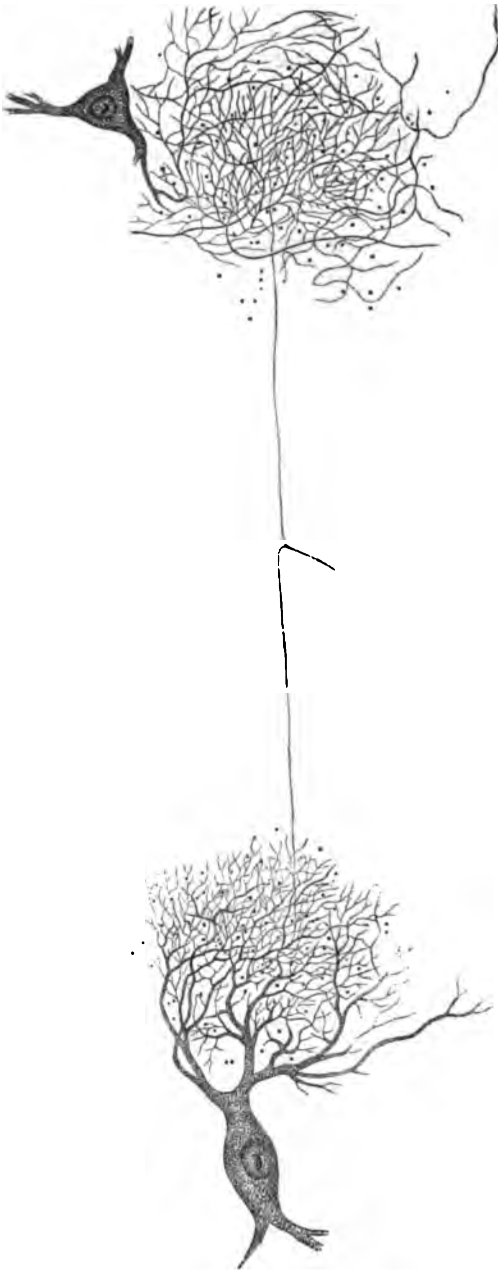


Querschnitt durch die untere Hälfte des menschlichen Rückenmarks (nach DEITERS). *a* Centralcanal; *b* Fissura anterior; *c* F. post.; *d* Vorderhorn mit den ansehnlichen Ganglienzellen; *e* Hinterhorn mit kleineren; *f* vordere weisse Kommissur; *g* Gerüstsubstanz um den Centralcanal; *h* hintere graue Kommissur; *i* Bündel der vorderen und *k* hintere Spinalwurzel; *l* vorderer, *m* seitlicher und *n* Hinterstrang.

Blutgefässe von einander getrennt. Eine wahre hintere Längsspalte existirt beim Menschen nur an der Lendenanschwellung und der oberen Cervikalgegend. Die Fasern der weissen Substanz lassen einen verschiedenen Verlauf erkennen. Man findet horizontal, senkrecht und schief verlaufende Fasern.

Der grösste Theil des Rückenmarkes wird von den senkrecht laufenden Nervenfasern gebildet. Sie streichen an der Oberfläche einander parallel, in den tieferen Schichten verflechten sie sich mehr unter einander und bilden feine Bündel. Das quantitative Verhältniss der weissen zur grauen Substanz ist in den verschiedenen Abschnitten des Rückenmarks ein wechselndes

Fig. 258.



Eine sich theilende Nervenfaser, deren beide Aeste mit dem Nervenfasernetz, welches mit zwei Nervenzellen in Verbindung steht, zusammenhängen. Karminammoniakpräparat aus dem Rückenmark des Ochsen. Vergr. 150.

(Fig. 256). Die lokalen Anschwellungen des Rückenmarks im Nacken- und Lendentheile kommen allein auf Rechnung der grauen Substanz; dagegen nimmt unverkennbar die Masse der weissen Substanz von unten nach oben continuirlich zu; an dem Uebergang der Rückenmarksspitze in das Filum terminale fehlt die weisse Substanz fast gänzlich (Gerlach). In der weissen Substanz finden sich starke und mittelstarke Nervenfasern mit Axencylinder und Markscheide, eine eigentliche Schwann'sche Scheide mangelt (cf. S. 1004). Die Fasern der motorischen vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven sind meist viel breiter als die der hinteren sensiblen Wurzeln. Ein analoger Unterschied besteht zwischen den Fasern der Vorder- und Hinterstränge des Rückenmarks.

Es zeigt sich eine bedeutende, konstante Verschiedenheit der Nervenzellen in der grauen Substanz bezüglich ihrer Grösse. Die grössten Zellen finden sich in den vorderen Hörnern (Fig. 257). An der Aussenseite der vorderen Enden der Hinterhörner findet sich im ganzen Brusttheile des Rückenmarkes ein deutlich abgegrenzter rundlicher Ganglienzellenhaufen, die Clarke'sche Säulen oder Stilling'sche Kerne genannt werden. Diese Zellen sind etwas kleiner als die bisher besprochenen. Von ihnen sowie von den kleinen, echten Nervenzellen, die sich in der grauen Masse zerstreut sehr zahlreich vorfinden, war oben die Rede.

Die graue Substanz enthält ausser den Zellen noch eine grosse Anzahl von Nervenfasern, die nach

IKER mindestens die Hälfte der ganzen Masse ausmachen, nach **GERLACH** die ıtmasse bilden.

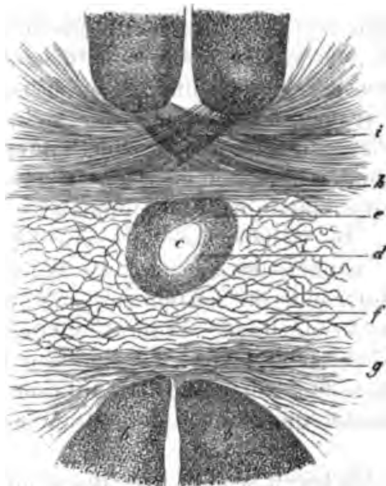
Die Nervenfasern der grauen Masse sind theils nackte, theils mit Markde versehene Axenfasern, theils sind es nackte Nervenfibrillen von fast unbarer Feinheit. Bemerkenswerth ist für die stärkeren Nervenfasern der en Masse ihre sehr häufige, an einer Faser wiederholt eintretende Theilung, ırch sie feiner und feiner werden, bis aus ihnen fast unmessbar feine Fin hervorgehen, welche zu engmaschigen Netzen zusammentreten, die n den Nervenzellen den charakteristischen Bestandtheil der grauen Masse achen (**GERLACH**). Umgekehrt kann man sehen, dass aus diesem feinsten enfasernetze wieder breitere Fasern hervorgehen, welche mit anderen zu breiteren sich vereinigen. Diese durchsetzen die graue Masse und gelangen e weisse Substanz der Stränge oder schliessen sich an die in den Hinterıern vorhandenen, aus mittelbreiten Nervenfasern bestehenden Faserzüge ig. 258). Nach **GERLACH** hängen diese feinsten Fasernetze mit den oplasmafortsätzen der Ganglienzellen zusammen, diese n sich direct in die Fibrillen der Netze auf, welche so- eine Vereinigung der Zellen unter einander und einer ahl von Nervenfasern unter sich und mit den Zellen vereln.

GERLACH machte auf einen durchgreifenden morphologischen Unterschied ie physiologisch verschiedenen Gattungen von Wurzelfasern des Rückenes aufmerksam. Die aus den Nervenzellen der Vorder- und Hinterhörner ırgehenden Axencylinderfortsätze treten, wie es sehr wahrscheinist, alle in die vorderen, motorischen Wurzeln ein, die aus dem feinen ennetze der grauen Substanz hervorgehenden dickeren Fasern, welche ı das Netz mit den Protoplasmafortsätzen der Zellen in Verbindung stehen, ı in die hinteren, sensiblen Wurzeln ein. Die Zellen, welche Axencylinrtsätze und Protoplasmafortsätze besitzen, hängen also auf doppelte Weise len nervösen, faserigen Elementen des Rückenmarks zusammen, erstens ı den Axencylinderfortsatz, welcher zum Axencylinder vorderer Wurzelı wird, und zweitens durch die feinsten Verästelungen der Protoplasmatze, welche sich in das feine Nervenfasernetz der grauen Substanz auflösen, velchem dann wieder dickere Fibrillenbündel und endlich dunkelrandige enfasern hervorgehen.

Für die physiologische Auffassung von Wichtigkeit scheint auch die schon erwähnte Beobachtung einer zweiten Nervenzellenart im Rücken- An der Mehrzahl der Zellen lässt sich, wie gesagt, der **DEITERS**'sche Axenlerfortsatz nachweisen; an den mittelgrossen Zellen der auf den Brusttheil ückenmarks beschränkten Zellenlage der **CLARKE**'schen Säulen findet da- **GERLACH**, wie in der Mehrzahl der Ganglienzellen des Gehirns, keine ylinderfortsätze, nur Protoplasmafortsätze, vielleicht finden sich auch noch leren Orten des Rückenmarks solche Zellen zweiter Art eingestreut. Von beiden morphologisch verschiedenen Arten von Nervenzellen hängen soie einen direct mit den vorderen Wurzeln und mit dem Nervenfasernetze auen Substanz zusammen, die anderen stehen direct nur mit dem letzin Verbindung. Man hat früher auf die Unterschiede in der Grösse und

Lage der Zellen in den vorderen und hinteren Strängen eine Theorie ü verschiedene physiologische Bedeutung der Zellen gründen wollen; Jacubo erklärte die grossen Zellen der Vorderhörner für motorische, die klei Hinterhörner für sensible Nervenzellen. Nach den Angaben Gerlach's se die Axencylinderfortsätze der Zellen, sowohl der Hinter- als der Vordei nur in die vorderen Wurzeln eintreten, und er bemerkt mit Recht, dass di scheidung in sensible und motorische Zellen im Rückenmarke der alll ten Thatsache widerspricht, dass in dem von der Medulla oblongata get Rückenmark weder die Bedingungen zum Zustandekommen von willkürlic wegung noch von wahrer Empfindung vorhanden sind. Das Rückenmar wie wir sahen, nur reflektorische und automatische Thätigkeit wir dürfen wohl vermuthen, dass an je eine der beiden morphologis schiedenen Zellenarten eine der beiden physiologischen Funktionen g sei. Die wichtigere Reflexthätigkeit dürfen wir wohl den weit zahlreich tretenen Zellen erster Art zutheilen, für die automatische Thätigkeit dann die Zellen ohne Axencylinderfortsatz nur mit Protoplasmafortsätzen b Im Centrum der Nervennetze gelegen, erscheinen sie besonders geeig ihnen irgendwie entstandene Reizzu auf Nachbarzellen zu übertragen, w zur Hervorrufung von Reflexbewe nach der Theorie M. Schultze's die a sensiblen Wurzeln dem Nervenfa zugeleiteten Reizzustände durch die mit Axencylinderfortsätzen auf die rischen Wurzeln direct übertragen w (cf. dagegen Meynert S. 964 f.).

Fig. 259.



Mediale Partie des Rückenmarksquerschnittes eines halbjährigen Kindes aus dem unteren Nackentheil, mit Goldchloridkalium behandelt. Vergr. 50. *aa* Vorderstränge. *bb* Hinterstränge. *c* Centralcanal. *d* Contour, das Epithel des Centralcanals andeutend. *e* Bindesubstanz in der Umgebung des Centralcanals. *f* Nervenfasernetz um den Centralcanal. *g* Hintere Querfasern der grauen Kommissur. *h* Vordere Querfasern der grauen Kommissur. *i* Kreuzung in der vorderen weissen Kommissur.

Im mittleren Theil der grauen Rücken substanz (Gerlach) etwas nach vorn find der von Cylinderepithel ausgekleidete C canal, der nur bei jugendlichen Persone offen und mit Liquor cerebrospinalis erf Er ist zunächst von einer ziemlich nerve freien, faserig-körnigen Bindesubstanz um in welche die Flimmerzellen fadenförm hänge senden. Vor dieser Lage von Bindes (Ependyma des Centralcanals) unmittelba den sich kreuzenden Fasern der weissen missur, zeigen sich die vorderen zur Substanz gehörenden Kommissurfasern, wie die der hinteren Kommissur die beiden markshälften verbinden; vorn bleibt h Platz für das feine Nervenfasernetz, welc rechts und links, sowie hinter dem Cent ausbreitet. Nach rückwärts schliessen Fasern der hinteren grauen Kommissur an, gleichsam den Boden des Sulcus long. post und seitlich an die Hinterstränge grenzen (Fig. 259). Nach Brown-Séquard's u. A. mentalergebnissen (cf. oben) scheinen die querlaufenden Fasern der hinteren graue

issur mit Hirnorganen, welche Empfindung vermitteln, in Verbindung zu stehen, während e sich kreuzenden Fasern der vorderen weissen Kommissur mit Organen der willkürlichen :wegung im Gehirn sich verbinden.

In den Vorderhörnern unterscheidet man im Nacken- und Lendentheil des Rückenmarks ei Gruppen von Nervenzellen, eine mediale, vordere und laterale, letztere ist die össte. In der grauen Mittelpartie (Gerlach) beider Rückenmarkshälften findet sich ı Dorsaltheil der gesonderten Zellenlagen der Clarke'schen Säulen, mit welchen scharf ge- ichnete, rückwärts und vorwärts verlaufende Faserzüge in Verbindung treten. Die Hinter- rner zeigen zwei ziemlich scharf getrennte Abschnitte, der hintere ist die Substantia latinosa von Rolando, sehr arm an nervösen Elementen, an den Fasern des vorderen ıschnitts der Hinterhörner fällt der Reichthum an Nerventheilungen auf. Die ganz allge- :in etwas kleineren Nervenzellen sind nicht zu schärferen Gruppen vereinigt.

Der Faserverlauf im Rückenmark erscheint im Speciellen folgendermassen erlach):

Die Fasern der vorderen Wurzeln gelangen nach ihrem Eintritt in ıs Rückenmark, schräg durch die weisse Substanz hindurchtretend, direct zur auen Substanz der Vorderhörner und verbinden sich durch die Axencylinder- rtsätze mit den hier gelegenen Nervenzellen. Die Protoplasmafortsätze dieser :llen betheiligen sich, indem sie sich in ihre Fibrillen auflösen, an der Bildung :r feinen, auch die Zellen unter einander verbindenden Nervenfasernetze der 'auen Substanz, aus welchen wieder breitere Nervenfasern hervorgehen, welche ıch zwei Richtungen hin, medial und lateral verlaufend, aus der grauen Sub- anz austreten, um in der weissen aufzusteigen. Aus diesem stetigen Zuwachs neuen Fasern resultirt die Zunahme der weissen Substanz an Masse von den ıteren Rückenmarksabschnitten zu den oberen. Die medial verlaufenden sern gelangen direct zur vorderen weissen Kommissur, hier kreuzen sie ch mit den gleichen Fasern der anderen Seite und steigen in dem Vorder- 'ang der entgegengesetzten Rückenmarkshälfte auf; die lateral verlaufenden sern begeben sich zu dem Seitenstrange der gleichen Seite, in welchem sie fsteigen, sie unterliegen erst in der Decussatio pyramidum der Medulla ob- ıgata gleichfalls einer Kreuzung. (Meynert's Darlegungen über das Ver- lten des centralen Höhlengrau zu den Fasern cf. S. 964 f.).

Die hinteren Nervenwurzeln treten horizontal von aussen nach innen rlaufend in die weisse Substanz und schlagen hier zwei Wege ein. Eine lateral rlaufende kleinere Abtheilung der Fasern bleibt der ursprünglichen Verlaufs- htung treu, durchsetzt in feinen Bündeln die Substantia gelatinosa und be- :iligt sich an der Bildung eines unmittelbar vor dieser gelegenen vertikalen serbündels, durch welches die Fasern theils auf-, theils absteigend verlaufen. .s diesem Bündel biegen die lateralen hinteren Wurzelfasern bald nach vorn die Horizontalebene um und treten in das feine Nervenfasernetz des vorderen schnitts der Hinterhörner ein. Die grössere Abtheilung der hinteren Wurzel- ern verläuft medial und schmiegt sich an die Grenze der Substantia gelati- sa (nach innen und hinten) an, hier biegen sie senkrecht in die Höhe, um in n Hintersträngen eine grössere Strecke auf- und vielleicht auch wieder ab- rts zu verlaufen, später biegen auch sie wieder in die horizontale Richtung ı. Ein Theil der hinteren Wurzelfasern löst sich also sofort nach seinem Ein- tt in den mit einem Nervennetz versehenen Theil der grauen Substanz in

diesem Netze auf, ein anderer Theil geht weiter nach vorn und in dem Maasse, als derselbe weiter nach vorn fortschreitet, betheiligen sich die Fasern unter fortwährenden Theilungen gleichfalls an der Bildung des Nervenfasernetzes. Dieses Netz, in welches gleichsam als Knotenpunkte grössere und kleinere Nervenzellen eingeschaltet sind, steht mit dem Netze der Vorderhörner in continuirlicher Verbindung. Aus demselben entwickeln sich Nervenfasern, welche vor und hinter dem Centralcanal in der grauen Kommissur die Medianebene überschreiten, dann sich nach rückwärts wenden, um theils in den vertikalen Faserbündeln der Hinterhörner, theils in den Hintersträngen, zwischen welchen beiden letzteren vielfache, bis jetzt aber noch unentwirrbare Beziehungen obwalten mögen, nach dem Gehirne aufzusteigen (Gerlach).

Im verlängerten Marke kehren die Verhältnisse des Rückenmarkes im Allgemeinen wieder, es findet sich aber hier noch eine verwickeltere Anordnung auf kleinerem Raume, indem hier die Ansammlungen von Ganglienzellen viel mehr von einander gesondert sind und doch wieder eigenthümlich verbundene Zellensysteme darstellen. Nach Deiters ergibt sich das allgemeine Gesetz, dass überall da, wo Fasermassen eine andere Richtung einschlagen, graue Massen dazwischen geschoben sind. Diese dienen den Fasern nicht sowohl als Endstationen, sondern als Knotenpunkte, von denen aus ein neues System von Fasern ausstrahlt.

Die Ursprünge der Hirnnerven.

Die Ursprünge der Gehirnnerven nach Meynert, Stilling, C. E. Hoffmann u. A.

1) Der N. olfactorius ist eine Abschnürung der Hemisphäre, er sollte also eigentlich noch zu den Gehirnabschnitten gerechnet werden. Er ist ein Divertikel der Grosshirnrinde, besitzt eine feine Höhlung, und erhebt sich vom Gehirne mit drei Wurzeln. Die innere Wurzel verbindet sich (Meynert) mit dem Stirnende des Gyrus fornicatus, die äusseren mit dem Schläfenende der Bogenwindung, dem Subiculum cornu Ammonis.

2) Die Sehnerven, resp. die hinter dem Chiasma gelegenen Tractus optici, kommen von den Sehhügeln, Vierhügeln und Kniehöckern. In der Nähe des Chiasma nehmen sie noch Fasern vom basalen, an der seitlichen Grenze des Tuber cinereum gelegenen Opticusganglion auf (cf. oben).

3) Die gemeinschaftlichen Augennerven lassen ihre Fasern in die Hirnstiele verfolgen, von hier aus ziehen sie getrennt theils gegen das hintere Ende der Sylvi'schen Wasserleitung, theils gegen die Brücke zu. Der grössere Theil der Fasern verbindet sich mit dem Okulomotorio-Trochleariskern, dicht an der Mittellinie in dem Boden der hinteren Abtheilung der Sylvi'schen Wasserleitung gelegen. Von hier aus ziehen die Bündel der Okulomotoriuswurzeln durch die Haube zur Innenseite des Hirnschenkelfusses, indem sie theils den rothen Kern durchsetzen, theils umgreifen. Dieser Kern verbindet sich mit den geraden Fasern der Raphe, aus ihm entspringen auch die Wurzelfasern des Trochlearis.

4) Die Trochleares, Rollnerven. Man kann die Wurzelfasern unter die Vierhügel zum oberen Marksegel verfolgen, dann verlaufen sie schräg um den Aquaeductus Sylvii nach vorn und oben, dicht unter den Vierhügeln kreuzen sie sich mit den Fasern des Trochlearis der anderen Seite (Stilling) und treten dann in den Okulomotorio-Trochleariskern ein.

5) Die dreigetheilten Nerven. Der Trigeminus besitzt eine kleinere motorische und eine grössere sensible Wurzel. Die kleinere Wurzel entspringt aus den seitlichen Ab-

theilungen des hinteren Brückentheils, aus dem oberen, motorischen Trigeminuskern (STILLING). Die grössere Wurzel zeigt einen vielfachen Ursprung. Die Fasern der geraden Wurzel kommen von einer Zellenanhäufung, ziemlich oberflächlich nach aussen von dem motorischen Trigeminuskern gelegen. Ein Theil der absteigenden Wurzel, die äussere, kommt von einer Zellengruppe im Gebiete des oberen Vierhügelpaares, die innere leitet MEYNERT aus Zellen vor und hinter den Längsbündeln der vorderen Brückenabtheilung ab. Die mittlere kommt aus der Substantia ferruginea des Locus coeruleus, diese Fasern lassen eine Kreuzung mit denen der anderen Seite erkennen. Nach MEYNERT kommt noch eine aufsteigende Wurzel aus der gelatinösen Substanz des Tuberculum cinereum Rolandi in der unteren Hälfte des verlängerten Marks, und mit höchster Wahrscheinlichkeit auch eine aus dem Kleinhirn, deren Fasern in den Bindearmen verlaufen.

6) Der N. abducens entspringt aus dem Abducens-Facialiskern von den Striae medullares auf dem äusseren Theile der Eminentia teres, in der Höhe des unteren Endes der Fovea anterior.

7) Der N. facialis entspringt mit drei Wurzeln (MEYNERT). Die absteigenden Fasern gehen gekreuzt aus der Raphe hervor und biegen sich in den Facialis-Abducenskern, aus dessen oberem Theile die geraden Wurzeln hervorkommen. Die aufsteigenden Facialiswurzeln kommen aus dem unteren, vorderen Facialiskerne, dicht nach aussen vor der oberen Olive gelegen, und verlaufen zum Boden der Rautengrube, dort vereinigen sie sich zu einem knieförmig gebogenen Bündel, welches um den Abducenskern herumzieht.

8) Der N. acusticus hat (MEYNERT) eine vordere Hauptwurzel, welche von dem Kleinhirnschenkel durch die Brücke zieht, und eine hintere Hauptwurzel, welche die Kleinhirnschenkel umgreift und nahe dem Boden der vierten Höhle liegt. Die beiden Wurzeln treten in Verbindung mit Anhäufungen von Nervenzellen: dem inneren, äusseren und vorderen Akustikuskern. Der innere Akustikuskern bildet ein äusseres rhombisches Gebiet der Rautengrube von der Aussenseite der Wölbung des oberen Facialiskerns durch die Mitte der Rautengrube bis zur Aussenseite des Vago-Accessoriuskerns. Der äussere, direct an den inneren angrenzende liegt in dem trapezoidischen Feld der inneren Abtheilung der Kleinhirnschenkel. Der vordere Akustikuskern ist wie ein Keil zwischen die Corpora restiformia und das Mark der Flocke eingeschoben. Ausserdem findet man an dem ganzen centralen Verlauf des Akustikus einzelne oder zu Gruppen verbundene Nervenzellen. Die vordere Hauptwurzel hat gekreuzte Fasern, die, aus den Kleinhirnschenkeln der entgegengesetzten Seite kommend, theils durch den inneren Akustikuskern hindurchtreten, theils durch den äusseren Akustikuskern gerade nach vorn dringen, am Boden der Rautengrube als Fibrae arcuatae umbiegen und zum inneren Akustikuskern der anderen Seite gelangen. Dazu kommen noch ungekreuzte äussere Fasern, aus dem äusseren Akustikuskerne, dem Corpus restiforme und dem vorderen Akustikuskern stammend. Die hintere Hauptwurzel zeigt oberflächliche Bündel, die Striae medullares, welche als Fibrae arcuatae aus den Kleinhirnschenkeln der anderen Seite durch die Raphe zum Boden der Rautengrube treten. Tiefer als sie, aber sonst analog verlaufen andere Fasern, welche theilweise den inneren Akustikuskern durchsetzen. Diese theils directe, theils gekreuzte Verbindung mit dem Kleinhirn ist dem Akustikusursprung ganz specifisch eigen (MEYNERT).

9) Die Ursprünge des 9) N. Glossopharyngeus, 10) des N. vagus und 11) des N. accessorius können nur gemeinsam beschrieben werden (MEYNERT). — Zwischen dem inneren Akustikuskern und der Eminentia teres schiebt sich nach vorn eine Nervenzellenanhäufung ein: der äussere Glossopharyngeuskern, etwas weiter einwärts liegt der innere Glossopharyngeuskern. Mehr in der Tiefe beginnt der Vaguskern, dringt nach hinten gegen die Oberfläche des grauen Bodens der vierten Hirnhöhle vor und geht in der Ala cinerea in den Akustikuskern über. An der Eminentia teres liegt nach innen der mediale Kern. Mehrere mm von der grauen Substanz der Rautengrube entfernt liegt, durchzogen von den Fibrae arcuatae, der vordere motorische Glossopharyngeo-Vaguskern. Alle diese Ursprungskerne stehen

Wurzeln des N. accessorius entspringen bis zur Pyramidenkreuzung au Fortsatze des Vorderhirns, unterhalb der Kreuzung aus der Formatio retic laufen parallel den Hinterhörnern nach aussen.

12) Der N. hypoglossus stammt aus dem Hypoglossuskern, der im der Rautengrube, von weisser Masse bedeckt, eine mittlere Erhebung bewirk Fibrae rectae mit der Pyramide verbunden, andere Wurzelfasern kommen c Raphe aus den Hirnschenkeln, zwischen beiden Hypoglossuskernen findet sicl Kommissur aus sehr feinen Fasern.

Ueber den Ursprung der Rückenmarksnerven finden sich die im Text.

Zusammenstellung der Functionen der Hirn- und Rückenmarl

Bei den einzelnen Organen wurden die Wirkungen der Nerven schon au handelt. Es bedarf hier vorzüglich nur noch einer übersichtlichen Zusamm gefundenen Thatsachen.

I. Hirnnerven.

1) Nervus olfactorius, der Riechnerv.

2) Nervus opticus, Sehnerv. Erregt reflektorisch den N. oculomc zum Sphincter pupillae gehende Fasern.

3) Nervus abducens, motorischer Nerv für den Musculus abduc (Musculus rectus oculi externus). Er erhält aus dem Sympathicus (vom Centr stammende) Fasern an der Stelle, wo er die Carotis kreuzt. Daraus erklärt es Sympathicus-Durchschneidung am Halse das Auge nach Innen schielt. Vom Tr er wahrscheinlich sensible Fasern.

4) Nervus trochlearis, motorischer Nerv für den Musculus trochl (Musculus obliquus oculi superior), er führt sensible Fasern vom Trigeminus.

5) Nervus oculomotorius, motorischer Nerv für die meisten Mm. rectus superior, inferior, internus, M. obliquus inferior, M. levator palpe

g nicht getroffen: die Pupille normal beweglich. Er erhält am Sinus cavernosus vom eminus sensible Fasern.

6) Nervus trigeminus. Er besitzt sensible und motorische Fasern. Er entspringt Analogie der Rückenmarksnerven mit zwei Wurzeln, einer sensiblen: Portio major, he wie die Rückenmarksnerven ein Ganglion: G. Gasseri, besitzt, und einer motorischen zel: Portio minor.

a. Seine sensiblen Fasern vermitteln die Empfindung in der Dura mater, der nhöhle und ihrer Umgebung, der Stirn, dem ganzen Gesichte, dem vorderen Theil des eren Ohres, dem äusseren Gehörgang, der Schläfengegend, dem oberen Theile der Rachen-e, der Nasenhöhle, dem harten Gaumen, der Zunge, den Zähnen, dem Boden der Mund-e, also fast am ganzen Kopf. Ausgenommen ist nur der Pharynx (zum grössten Theil), der re Theil der Zunge, die hinteren Gaumenbögen, Tuba Eustachii und Trommelhöhle, he vom Vagus und Glossopharyngeus innervirt werden. Auch der innerste Theil des eren Gehörgangs bekommt vom Vagus (ramus auricularis), ein Theil der Ohrmuschel und Hinterhaupts bekommen von Cervicalnerven ihre sensiblen Fasern. Diese Theile verlieren nach Trigeminus-Durchschneidung nicht ihre Empfindlichkeit. Er scheint (?) Gemacksnerv in den von ihm versorgten Theilen der Zunge (für süss und sauer?).

b. Er ist der motorische Nerv für die Mm. temporalis, masseter, pterygoideus (Kaukeln), digastricus anterior maxillae, tensor und levator palati, tensor tympani, mylohyoi-. Auch zum M. buccinator geht ein Zweig. Er hat Fasern, welche von Einfluss auf die lle sind. Nach Durchschneidung des Ganglion Gasseri tritt Pupillarverengerung ein (durch x auf den Oculomotorius?). Er sendet vasomotorische Fasern, vermuthlich sym-ischen Ursprungs, zu den Arterien der Conjunctiva und Iris.

c. Er ist der sekretorische Nerv für die Thränendrüse (R. lacrimalis N. trige-), für die Parotis (R. auriculo-temporalis vom III. Aste des N. trigeminus) und Sub-illardrüse. Er steht auch in reflektorischer Beziehung zur Speichelse-tion durch Vermittelung des Ganglion linguale und des Gehirnes.

d. Er ist trophischer Nerv für das Auge, die Lippen etc., wahrscheinlich durch Ver-lung der Empfindlichkeit in diesen Organen. Nach der Durchschneidung des Trigeminus r Schädelhöhle wird der Augapfel entzündet und schliesslich zerstört. Bringt man eine tzende empfindliche Hautfläche künstlich vor das Auge, indem man bei Kaninchen das vor dem Auge befestigt (Snellen), so bleibt das Auge gesund. Die innersten Fasern schei-als trophische Nerven die Hauptrolle zu spielen. Durchschneidet man sie allein (Meissner, f), wobei die Empfindlichkeit erhalten bleibt, so entzündet sich das Auge doch leicht, nicht eintreten soll trotz Empfindungslähmung, wenn der Trigeminus ganz bis auf die sten Fasern durchschnitten ist (Samuel). Nach Durchschneidung des Trigeminus treten hwüre im Munde auf; nach einseitiger Lähmung der Kaumuskeln stellt sich der Unter-nämlich schief und die Zähne drücken reizend auf die Schleimhaut (Rollett).

7) Nervus facialis. Er besitzt motorische und sekretorische Fasern. Seine Empfin-sfasern werden ihm (grossentheils) bei seinem Lauf durch das Felsenbein vom Trigemi-beigemischt. Er ist motorischer Nerv für den M. stapedius (bei Facialislähmung tritt — regelmässig — eine schmerzhafte Empfindlichkeit gegen höhere Töne: Hyperacusis siana ein, durch Schlottern des Steigbügels im ovalen Fenster?), die Muskeln des äusse-hres, die Muskeln der Stirn mit dem M. corrugator und orbicularis, für die Muskeln der des Gesichts, des Mundes, der Gesichtsmuskeln, für den hinteren Bauch des M. digastri-für die Mm. stylohyoideus, buccinator, Platysma, Muskeln des Kinnes. Auch einige enmuskeln scheint er zu bewegen (cf. Glossopharyngeus). Der Facialis ist ein Sekretions-der Speicheldrüsen und zwar seine Chorda tympani in Verbindung mit dem Trigeminus lem Ganglion linguale. Der Chorda tympani schreibt man auch Geschmacksempfindung bei Facialislähmung ist das Gesicht nach der gesunden Seite zu verzerrt.

) Nervus acusticus, Gehörnerv.

9) Nervus glossopharyngeus. Er ist ein gemischter Nerv. Seine motorischen Fasern (Bischoff) gehen zu den Mm. stylopharyngeus, constrictor faucium medius, levator palati mollis und azygos uvulae. Er scheint das Gefühl in den hinteren Abschnitten der Zunge zu vermitteln, und ist jedenfalls wenigstens der hauptsächlichste Geschmacksnerv. Es steht in reflektorischer Beziehung zur Speichelsekretion. Ludwig und Rahn reizten das centrale Ende des durchschnittenen Glossopharyngeus und erhielten dadurch lebhafte Speichelsekretion, welche durch den Trigeminus und Facialis vom Gehirne her vermittelt wurde. Nach der Durchschneidung dieser Nerven hörte die Reflexerregung auf.

10) Nervus vagus. Er hat wahre motorische Fasern. Bei mechanischer wie electrischer Erregung der Wurzelfäden des Vagus kommen bei Säugethieren in Aktion: Mm. constrictor pharyngis supremus, medius und infimus, der Oesophagus, Muskeln des weichen Gaumens: levator veli palati, azygos uvulae und M. pharyngopalatinus; der Magen und bei frisch getödteten Säugethieren oder bei lebenden nach Durchschneidung der Nn. Splanchnici der gesammte Darm (H. Helferich), sowie der Uterus. Die Einwirkung des Vagus auf den Darm wird (scheinbar) geringer bei dem Herabsteigen in der Thierreihe (H. Helferich), bei Vögeln kommt, auch nach Splanchnicus-Durchschneidung, nicht mehr der ganze Darm in Bewegung. Durch Reizung des peripherischen Vagusstammes — die Reizung des centralen Stumpfes ist auf den Darm stets wirkungslos, dagegen hat einseitige Vagusreizung für den Darm schon den vollen Erfolg —, bei Fröschen bewegt der Vagus nur Speiseröhre, Magen und die obersten Dünndarmschlingen, bei Fischen, deren Darm nur glatte Muskelfasern besitzt, erfolgt gar keine Bewegung. Der Darm der Schleie hat nur quergestreifte Muskulatur, diese wird durch den Vagusreiz rasch und vollkommen erregt, der Schlammpeitzger hat nur im oberen Theil des Darms quergestreifte Fasern, hier bleibt die Erregung auf diesen Theil beschränkt (Helferich). Galvanische Reizung des Vagus erregt auch die Kehlkopfmuskeln, die Fasern verlaufen grösstentheils im Laryngeus inferior s. Recurrens, der Laryngeus superior gibt einen Zweig an den Cricothyreoideus (cf. N. accessorius), auch einen Einfluss des Vagus auf die Bronchienmuskulatur hat man behauptet. Bei Fischen (Teleostiern) treten Vaguselemente zur Schultermuskulatur. Gegenbaur homologisirte theoretisch Kiemen- und Schulterbogen (mit den vorderen Extremitäten): R. Wiederschein zeigte zum Beweis dieser Anschauung, dass bei Protopterus Kiemen- und Extremitätengrundlage wirklich an demselben Bogen (Schulterbogen) ansitzen und dass der Vagus, der Kiemennerv, mit dem Nervus hypoglossus den starken motorischen Nerven für die vordere Extremität bildet. Er besitzt sensible Fasern für die Schleimhaut des Kehlkopfs und der Luftröhre, vielleicht für den ganzen Respirationsapparat. Betupfen der Trachealschleimhaut mit reizenden Flüssigkeiten erzeugt Husten, der nach der Vagusdurchschneidung wegfällt. Er vermittelt die Empfindlichkeit des Herzens. Nach J. Stiner verlaufen bei Kaninchen die sensiblen (zur Lunge gelangenden) Fasern des Vagus auf der äusseren, die motorischen auf der inneren Seite des Vagusstammes; er trennte beide Abschnitte mit dem Messer.

Am Halstheile des Vagus hat man Folgendes experimentell festgestellt. *a.* Er ist der regulatorische oder Hemmungsnerv der Herzbewegung. Seine Durchschneidung am Halse beschleunigt, die Reizung des peripherischen Endes des durchschnittenen Nerven verlangsamt die Herzbewegung und bringt sie ganz zum Stillstand (der Vagus ist hierin der Antagonist des Sympathikus [v. Bezold]. Er kann zu dieser Function reflektorisch erregt werden (Klopfversuch, Goltz). Auch die Reizung des centralen Stumpfes bewirkt, wenn der andere Vagus intakt ist, Verlangsamung der Herzbewegung (Donders). *b.* Ein Zweig: Nervus depressor, setzt durch Verminderung des Tonus der Gefässnerven die Widerstände in der Blutbahn herab. Dieses erfolgt durch centripetal geleitete Reizung, die Durchschneidung des N. depressor ist erfolglos, der Effekt zeigt sich nur bei Reizung des centralen Depressorstumpfes. Andererseits soll der Vagus excitirende Fasern besitzen für das vasomotorische Centrum: pressorische Fasern, namentlich im Laryngeus superior (Aubert und Roever). *c.* Er steht in reflektorischer Beziehung zum Centrum der Athembewegungen. Bei Durchschneidung des Vagus sinkt die Athemfrequenz. Reizung des centralen Vagusstumpfes

wirkt Beschleunigung, zuletzt Stillstand in Inspirationsstellung. Diese Fasern entspringen ahrscheinlich in der Lunge. *d.* Reizung des centralen Stumpfes des R. laryngeus superior ingt Verlangsamung der Athembewegungen und Stillstand in der Exspiration hervor. Seine rchschneidung verlangsamt etwas die Inspiration (Sklarek). *e.* Er soll der trophische rv der Lunge sein. Nach seiner Durchschneidung sieht man schleimige und seröse, selbst tige Ergüsse in den Bronchien und Alveolen, die Lunge wird theilweise atelektatisch. Nach ner beiderseitigen Durchschneidung functioniren die Kehlkopfmuskeln mit den Stimmndern nicht mehr und Speisetheilchen gelangen leicht in die Lunge; was man bisher als ache jener Erkrankungen der Lunge ansprach. Nach v. Wittig und Genzmer sind dagegen perämie und Oedem der Lunge directe Folgen der Vagusdurchschneidung, sie bedingen eine wächung der Resistenz der Lunge gegen Schädlichkeiten. *f.* Nach Durchschneidung der ä treten Störungen in der Verdauung ein. Der Grund liegt zum Theil in der Lähmung der ophagus-, Magen- und Darmmuskulatur. Die Magensaftabsonderung scheint vom Vagus bhängig zu sein. Er soll Hunger- und Durstgefühl vermitteln, auch die Speichelsekretion hrscheinlich vom Magen aus anregen. Auf die Pankreassekretion soll er hemmende Einsse ausüben (Ludwig, N. O. Bernstein), dagegen soll er die Nierensekretion und die Zuckerdung in der Leber anregen. *g.* Der Ramus auricularis vagi steht in reflektorischer Beziehung der Gefässmuskulatur des Ohres (Snellen, Lovén). Die Reizung des centralen Stumpfes sselben bedingt zuerst Verengerung, dann Erweiterung der betreffenden Gefässe.

Zur Erleichterung der Uebersicht sollen noch die Resultate der Durchschneidung nd Reizung des Vagus und seiner Zweige am Halse zusammen aufgeführt werden.

Nach Durchschneidung des Vagusstammes am Halse sind die Muskeln des Kehlkopfs gelähmt, bei beiderseitiger Durchschneidung die Stimmbänder functionsunfähig. Die Herzbewegungen sind beschleunigt, die Athembewegungen verlangsamt. Bei Reizung des peripherischen Vagusendes am Halse contrahiren sich die Kehlkopfmuskeln, es tritt Stimmritzenkrampf ein, die Bewegung des Herzens wird verlangsamt, endlich steht es in Diastole still, die Bronchienmuskeln sollen sich contrahiren, es treten Contractionen des Magens, Darms, Uterus ein und die Nierensekretion soll vermehrt werden. Reizung des centralen Vagusendes am Halse beschleunigt und verstärkt die Inspirationsbewegung bis zum Inspirationskrampf (soll die Speichelsekretion vermehren, dagegen die Pankreassekretion vermindern). Findet die Reizung oberhalb der Vereinigung der depressorischen Fasern mit dem Vagus statt, so tritt allgemeine Verminderung des Blutdrucks ein. Ist der andere Vagus undurchschnitten, so wird der Herzschlag verlangsamt.

Ist der Laryngeus inferior durchschnitten, so werden die Kehlkopfmuskeln mit den Stimmbändern gelähmt, Reizung seines peripherischen Endes bewirkt (wie die des Vagusstammes) Contraction dieser Muskeln.

Durchschneidung des Laryngeus superior soll die Inspiration etwas verlangsamen. Die Reizung seines centralen Stumpfes verlangsamt die Inspiration und unterdrückt sie endlich ganz. Gleichzeitig erhöht sie den Blutdruck durch Contraction aller Arterien. Reizung des centralen Depressorstumpfes vermindert den Blutdruck durch Erschlaffung und Erweiterung aller Arterien.

11) Nervus hypoglossus. Er ist wesentlich motorischer Nerv für alle Zungenmuskeln, die Mm. styloglossus, hypoglossus, genioglossus, lingualis, thyreohyoideus, sternohyoideus, sternothyreoideus und omohyoideus. Er hat auch sensible Fasern und einen Ramus cardiacus von unbekannter Bedeutung.

12) Nervus accessorius. Er innervirt die Mm. sternocleidomastoideus und cucullaris, nach Bischoff auch die Kehlkopfmuskeln. Sensibilität geht ihm vielleicht ganz ab. Man betrachtet ihn als eine motorische Wurzel des Vagus (Longet), doch führt auch der Vagus an seinem Ursprunge motorische Fasern (van Kempen). Durchschneidung des Accessorius vor seiner Verbindung mit dem Vagus soll, nach Einigen, alle vom Vagus und Accesso-

rius versorgten Muskeln lähmen, doch erregt isolirte Reizung des Vagusursprungs Bewegungen im Larynx, im Schlund und in der Speiseröhre. Die isolirte Durchschneidung des Accessorius soll die Herzbewegung beschleunigen, Reizung sie verlangsamen (HEIDENHAIN).

II. Rückenmarksnerven.

Im Jahre 1814 entdeckte der Engländer CH. BELL, dass von den beiden Wurzeln, mit denen jedes der 31 Paare der Rückenmarksnerven aus dem Rückenmarke entspringen, die vordere der Bewegung, die hintere der Empfindung dient. Man nennt diese Thatsache, welche durch mechanische Reizung und Durchschneidung der Nervenwurzeln innerhalb des aufgebrochenen Rückencanals nachgewiesen wurde, **Bell'sches Gesetz.**

MAGENDIE hat zuerst beobachtet, dass sich sensible Fasern von der hinteren Wurzel auch auf die vordere begeben und so zum Rückenmark zurückkehren. Sie ertheilen den vorderen Wurzeln einige Empfindlichkeit, die sich aber nur zeigt, so lange die hinteren Wurzeln intakt sind. Durchschneidet man diese und trennt dadurch die »rückläufigen« empfindenden Fasern von ihrer Verbindung mit dem Rückenmarke, so hört die Empfindlichkeit der vorderen Wurzeln auf. Man bezeichnet diese Empfindlichkeit der motorischen Wurzeln, welche, wie man erkennt, dem BELL'schen Gesetze keinen Eintrag thut, als rückläufige Empfindlichkeit, Sensibilité recourrante. HARLESS und E. CYON haben gefunden, dass durch Vermittelung der hinteren Wurzeln den vorderen eine erhöhte Erregbarkeit ertheilt werde. Schnitte durch Hirn und Rückenmark bewirkten bei unversehrten hinteren Wurzeln Sinken der Erregbarkeit der vorderen, nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln waren sie wirkungslos. Die Orte, wo diese Einwirkung von den hinteren Wurzeln auf die vorderen übertragen wird, scheinen danach in der ganzen Rückenmarksaxe vertheilt zu sein.

Nach L. LÖWE verlaufen die motorischen und sensiblen Fasern im gemischten Nervenstamm zu zwei räumlich gesonderten Bündeln vereinigt, die sensiblen am Aussen-, die motorischen am Innenrande des Nervenstammes.

Im Allgemeinen gilt von der Verbreitung der Rückenmarksnerven Folgendes: Es reicht der Verbreitungsbezirk eines einzelnen Rückenmarksnerven nicht über die Mittellinie des Körpers hinaus. Es ergibt sich dieses für den Menschen vor Allem aus der Prüfung des Tastsinnes einseitig Gelähmter. Jeder Muskel und jedes Hautstück erhalten, wie es scheint, Nervenfäden von verschiedenen Nervenwurzeln, so dass die Lähmung eines Rückenmarksnerven nicht mit Nothwendigkeit eine vollkommene Bewegungs- und Empfindungslähmung der von ihm versorgten Theile bedingt (Halblähmung).

Es gilt ziemlich allseitig das Verbreitungsgesetz, dass die sensiblen Fasern eines Rückenmarksnerven sich an die Hautstellen verbreiten, welche über den Muskeln liegen, welche von den motorischen Fasern derselben Nerven versorgt werden.

Die Rückenmarksnerven geben vasomotorische Fasern für die meisten Arterien ab, man nimmt vielfach an, dass diese von den Rami communicantes vom Sympathikus aus auf die Rückenmarksnerven übertreten, so dass sie also vom Sympathikus abstammen (s. Sympathikus).

Bei den folgenden Nerven ist ebenfalls noch nicht entschieden, was von ihren Effecten dem Sympathikus und was dem Rückenmark zugeschrieben werden muss.

Der Nervus phrenicus, Zwerchfellsnerv. Er ist gemischter Natur, seine Reizung und Durchschneidung ist schmerzhaft. Seine Durchschneidung erzeugt beschleunigtes Athmen. Athembeschwerden, die operirten Thiere sterben bald. Nach LUSCHKA gehen Fasern zum serösen Leberüberzug.

Die Nerven der Blase. Die Bewegungsfasern laufen in den Sakralnerven. Die Empfin-ıngsfasern sollen den Rami communicantes entstammen, welche in den Lendentheil des ympathikus eintreten. Oehl will auf Reizung des centralen Vagusendes reflektorisch eine erengerung der Blase erhalten haben; die Blasenmuskulatur soll vom verlängerten Marke us erregbar sein.

Die Nerven des Samenleiters stammen nach Budge vom 4.—5. Lendennerven (bei dem Kainchen) und verbinden sich durch die Rami communicantes mit dem Sympathikus. Innerhalb des Rückenmarks sollen sie mit einem Centrum genitospinale verknüpft sein. Budge ver-gt dieses in die Gegend des 4. Lendenwirbels.

Die Nerven des Uterus. Man hat den Uterus von verschiedenen Stellen des Rückenmarks, em verlängerten Mark, dem kleinen Gehirn, der Brücke, in Bewegung gesetzt. Die Bewe-ungen erfolgen am leichtesten vom Lendenmark aus. Nach Trennung der Sakraläste der lexus hypogastrici posteriores hören die rhythmischen Bewegungen nach einiger Zeit auf. ie Reizung der Sakralnerven bringt den Uterus zur Bewegung (Obernier, Kehrer, Körner).

Die erigirenden Nerven. Eckhard bestätigte die langgehegte Vermuthung, dass die Erektion es Penis durch Rückenmarksnerven zu Stande komme (da die Erektion bei Rückenmarks-eiden unmöglich ist), dadurch, dass er einen aus dem Sakralplexus bei dem Hunde entsprin-enden Nerven kennen lehrte, welcher bei Reizung eine starke Beschleunigung des Blut-troms im Penis erzeugt.

Der Nervus pudendus communis scheint ein Antagonist dieses eben genannten Nerven zu ein. Auf seine Durchschneidung folgt nämlich eine Erweiterung der Arteria dorsalis enis (Lovén) und die Pulsation in ihr wird lebhafter. Seine Erregung würde also den Blut-uflluss zum Penis hemmen, Verminderung der normalen Erregung (wie die Durchschneidung) lieses Nerven die Erektion begünstigen.

Zur Entwickelungsgeschichte der nervösen Centralorgane und Nerven.

Die erste Bildung des Medullarrohres und Gehirns wurde oben beschrieben (Fig. 42—46, · 44 (Kölliker). Als Anlage des Gehirns bildet sich vorn an der sich schliessenden Rücken-ırche zunächst eine Erweiterung, hinter welcher dann noch zwei andere entstehen, welche ich zu drei Blasen abschliessen: vordere, mittlere und hintere Hirnblase. Die ordere Blase lässt bald einen grösseren vorderen und einen kleineren hinteren Abschnitt er-ennen: das Vorderhirn und Zwischenhirn. Die dritte Blase zerfällt ebenfalls in eine ordere Abtheilung: Hinterhirn, und eine hintere: Nachhirn. Nur die mittlere Hirn-lase: das Mittelhirn, bleibt einfach. Das Vorderhirn bildet sich zum grossen Gehirn aus iit den Corpora striata, dem Corpus callosum und dem Fornix. Aus dem Zwischenhirn gehen ie Sehhügel und die Theile am Boden des dritten Ventrikels hervor. Die Augenblasen igen sich sehr früh an der ersten Hirnblase, durch vorwiegendes Wachsthum des zwischen nen gelegenen Hirnblasenabschnittes und der Bildung des Vorderhirns rücken sie mehr ıd mehr nach abwärts und hinten und werden zu Bestandtheilen des Zwischenhirns. Das ıfänglich mit allen seinen Theilen horizontal liegende Gehirn zeigt bald drei beinahe recht-inkelige Krümmungen: die Nackenkrümmung, an der Uebergangsstelle des Rücken-arks in das verlängerte Mark; die Brückenkrümmung, an der Grenze zwischen Hinter-rn und Nachhirn, wo in der Folge die Brücke entsteht; die Scheitelkrümmung stellt vischenhirn und Vorderhirn nahezu unter einen rechten Winkel zum Mittel- und Hinterhirn. ese Gehirnkrümmungen entsprechen theilweise den S. 52 erwähnten Krümmungen des Em-yonalkörpers, theilweise scheinen sie sich aus dem frühen Auftreten des Tentorium cere-lli zu erklären, welches anfänglich eine fast senkrecht stehende Scheidewand durch die nze Schädelhöhle darstellt. Auch die Falx cerebri entsteht sehr früh und betheiligt sich an r Gestaltung des embryonalen Gehirns.

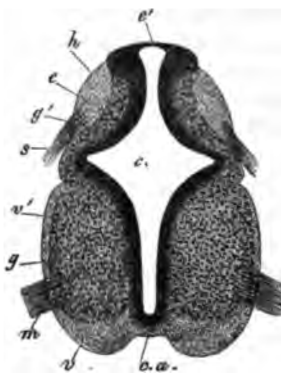
Anfänglich liegen die grossen Hemisphären vor dem Zwischenhirn, resp. den Sehhügeln, aber schon im zweiten Monat haben sie sich beim Menschen nach aussen und hinten so weit verlängert, dass sie jene theilweise bedecken. Im fünften Monat werden die Vierhügel (Mittelhirn) überwuchert, im sechsten Monat überragt das grosse Gehirn auch das Cerebellum. Die Oberfläche der Hemisphäre ist Anfangs ganz glatt, später faltet sie sich etwas ein, im fünften und sechsten Monat sind diese Falten wieder verschwunden, die Oberfläche vollkommen glatt. Vom siebenten und achten Monat an bilden sich die bleibenden Hirnwindungen durch Oberflächenwucherung der Hemisphären, ebenso auch am kleinen Gehirn. Eine erste der sich bildenden Furchen ist die Fossa Sylvii. Die Blase des Mittelhirns verengt sich allmählig zum Aquaeductus Sylvii. Aus der Basis des Mittelhirns bilden sich die Hirnstiele. Das Cerebellum entsteht aus zwei Blättchen, welche von den vordersten Abschnitten der Ränder der ursprünglichen dritten Hirnabtheilung gegen einander wachsen und im zweiten Monat in der hinteren Medianlinie zusammenstossen. Dadurch bildet sich eine kleine, horizontal liegende, anfänglich gleichmässig dicke Platte, später verdicken sich die Seitentheile mehr. Eine dünne, später schwindende Lamelle (Membrana obturatoria ventriculi quarti) verbindet um diese Zeit das Cerebellum mit dem verlängerten Mark und schliesst die Rautengrube grösstentheils. Am Ende des dritten und vierten Monats wölben sich die Seitentheile des Kleinhirns mehr und mehr und erhalten, und zwar zuerst am Wurm, ihre Lappen und Furchen.

Fig. 260.



Dreimonatlicher menschlicher Embryo in natürlicher Grösse mit blossgelegtem Hirn und Mark. *h* Hemisphären des grossen Hirns, *m* Mittelhirn, *c* kleines Hirn. An der Medulla oblongata sieht man einen Rest der Membrana obturatoria ventriculi IV.

Fig. 261.



Querschnitt des Halsmarkes eines sechs Wochen alten menschlichen Embryo von 0,56''' Höhe und 0,44'' Breite am breitesten Theile, 50mal vergrössert. *c* Centralcanal, *e* epithelartige Auskleidung desselben, *g* vordere graue Substanz mit einem dunkleren Kern, aus dem die vordere nicht dargestellte Wurzel entspringt, *g'* hintere graue Substanz, *v* Vorderstrang, *h* Hinterstrang, *ca* Commissura anterior, *m* vordere, *s* hintere Wurzel, *v'* hinterer Theil des Vorderstranges (sogenannter Seitenstrang), *e'* dünner Theil der Auskleidung des Centralcanales in der hinteren Mittellinie.

Die aus dem Nachhirne sich bildende Medulla oblongata zeigt in frühen Perioden eine sehr bedeutende Grösse. Ihre einzelnen Abtheilungen sind schon im dritten Monat erkennbar.

Das Rückenmark füllt anfänglich den ganzen Rückgratscanal aus, erst vom vierten Monat an bleibt das Rückenmark gegen die Wirbelsäule im Wachsthum zurück, doch steht seine Spitze bei Abschluss des Embryonallebens noch in der Höhe des dritten Lendenwirbels. Durch das scheinbare Höherrücken des Rückenmarks verlängern sich die anfänglich ebenfalls senkrecht abgehenden unteren Nervenwurzeln mehr und mehr, ihr Verlauf wird ein schiefer, und sie bilden endlich mit den 3 Häuten des Rückenmarks die Cauda equina.

Die Anlage des inneren Baues des Rückenmarks wird durch Figur 261 erläutert. — Nach der Schliessung der Rückenfurche bildet das Rückenmark einen Canal, dessen Wand aus gleichartigen, radiär angeordneten Zellen besteht. In der Folge scheidet sich die Wand in zwei Lagen, von denen die innere die Auskleidung des Centralcanals, die äussere die Anlage der grauen Masse darstellt. Die weisse Substanz tritt später als ein von den Zellen der grauen Substanz gelieferter Beleg auf. Während dann der Centralcanal sich von hinten nach vorn mehr und mehr verengt, nehmen graue und besonders weisse Substanz fortschreitend an

asse zu. Im zweiten Monat reicht der Centralcanal noch mit seinem Epithel bis an die berfläche.

Die Rückenmarkshäute sind Produktionen der Urwirbel. Pia und Dura mater sind eim sechswöchentlichen menschlichen Embryo schon deutlich. Der subarachnoideale Raum t erst eine spätere, durch das schon erwähnte relativ stärkere Wachsthum der Umhüllungen genüber dem Marke veranlasste Bildung. Die Arachnoidea ist deutlich gesondert erst im nften Monat zu unterscheiden.

Zur vergleichenden Anatomie der nervösen Centralorgane und Nerven.

Wirbellose Thiere (Gegenbaur). Bei den niedersten animalen Organismen, den Protooën, sind bisher noch keine hierher zu rechnende Gebilde aufgefunden worden, ebensoenig ist bei den festsitzenden Coelenteraten ein Nervensystem bekannt. Dagegen zeigen n solches die Medusen und Ctenophoren. Bei den Medusen bildet das Nervensystem inen längs des Scheibenrandes verlaufenden Faserring, der in regelmässigen Abständen anglienartige, zellenhaltige Anschwellungen erkennen lässt, welche den als Sinnesorgane zu eutenden Randkörpern entsprechen, und nervöse Fortsätze zu verschiedenen Körperrganen entsenden (Agassiz, F. Müller).

Bei den Würmern zeigt sich der Nervenapparat je nach der speciellen Körperbildung erschieden. Seine Centren und seitlichen Abschnitte richten sich ihrer Zahl und Anordnung ach im Allgemeinen nach der Gliederung des Körpers. Bei allen liegen die wichtigsten nerösen Centralorgane im Vordertheile des Körpers und umkreisen häufig den Munddarm ringörmig: Schlundring, von hier aus strahlen Nervenstämme nach den seitlichen Theilen es Körpers.

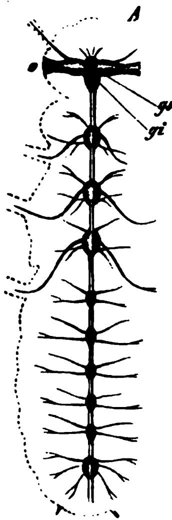
Auch die nervösen Centralorgane der Echinodermen bilden eine Art Schlundring. dem Radius des Körpers entspricht ein nervöser Hauptstamm, alle laufen gegen den Schlund sammen und werden hier vorwiegend durch Kommissurenfäden zu dem Schlundring rbunden. Die wichtigsten nervösen Centralorgane liegen bei diesen Thieren in den Nernstämmen selbst, welche etwa in der Mitte ihres Verlaufs zu den von J. Müller als Amlacralgehirne bezeichneten Ganglien anschwellen und zahlreiche Nervenzweige abeten lassen. Sowohl in den Ambulacralstämmen als im Schlundringe selbst finden sich zellige emente (Häckel).

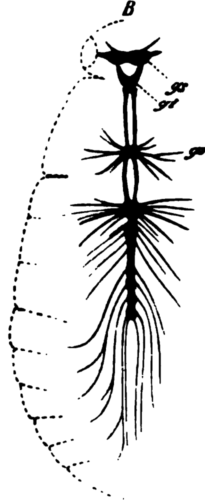
Während die Echinodermen in Beziehung auf das Nervensystem nicht ganz direct an die rhergehenden Formen anknüpfen, zeigt das Nervensystem der Arthropoden sich dem r Anneliden ziemlich analog. Auch bei ihnen lagert über dem Schlunde eine vorzugsweise twickelte Ganglienmasse als Kopfganglion oder Gehirn, welche, mit zwei Kommissuren den hlund umgreifend, sich mit einem centralen Ganglion zu einem Nervenschlundring rbindet. Auf der Bauchseite erstreckt sich von dem letztgenannten Ganglion aus eine rch Längskommissuren zusammenhängende Ganglienkette: Bauchganglienkette, die je nach r Entwickelung der Gliedertheilung des Körpers mehr gleichmässig (z. B. bei den Myriaden) oder mehr oder weniger ungleichmässig erscheint (Insecten, Arachniden, viele Cruceen). Je besser die höheren Sinneswerkzeuge, und unter diesen besonders die Augen entckelt sind, um so höher ist die Ausbildung des Kopfganglions (Fig. 262).

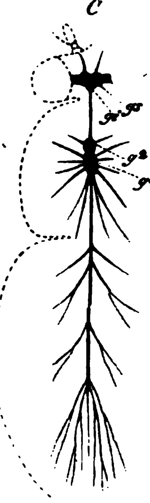
Die Ganglien der Bauchganglienkette sind ursprünglich paarig angelegt, verhmelzen aber meist mehr oder weniger vollständig je zu einem grösseren Ganglion. Von n Ganglien oder hier und da auch von den Kommissuren derselben treten die peripherischen rven ab. In der Regel entspringen die Nerven der höheren Sinnesorgane (der Augen und tennen) von dem Kopfganglion. Die Hörorgane sind dagegen ihrer verschiedenen Lagerung sprechend mit verschiedenen Nerven verbunden. In die Nerven der Eingeweide sind nglien eingebettet, so dass sie ein gewissermassen selbständiges System darstellen, welches ctionell mit dem Sympathikus der Wirbelthiere verglichen werden kann.

Bei den **Mollusken** findet sich ebenfalls ein **Nervenschlundring**. Auf dem Anfang des Darmrohrs liegt eine paarige Ganglienmasse auf, unter dem Schlund lagert ebenfalls ein paarig gegliedertes Ganglion, alle stehen unter einander durch ringförmig verlaufende Verbindungsstränge in Zusammenhang. Aus dem Schlundring geht das peripherische Nervensystem hervor, in welches häufig zahlreiche kleine Ganglien eingelagert sind (Fig. 263). Die in den Armen der **Cephalopoden** verlaufenden Nervenstränge enthalten ebenfalls zahlreiche Ganglienzellen, welche nach der Abtrennung der Arme (z. B. Hectocotylus) noch als nervöse Centralorgane functioniren (G. Colasanti).

Fig. 262.







Nervensystem von Insecten. *A* von Termes (nach Lespès). *B* eines Käfers (Dytiscus). *C* einer Fliege (nach Blanchard). *gs* Oberes Schlundganglion (Gehirnganglion). *gi* Unteres Schlundganglion. *gr* g^2 g^3 Verschmolzene Ganglien des Bauchmarks. *o* Augen.

Fig. 263.



Nervensystem von Aeolidia. *a* obere Schlundganglien. *b* Kiemenganglien, zum Theil die unteren Schlundganglien, die den oberen direct angefügt sind, verdeckend. *t* Ganglien des Tentakelnerven. *n* Nervenstämme zum Fusse.

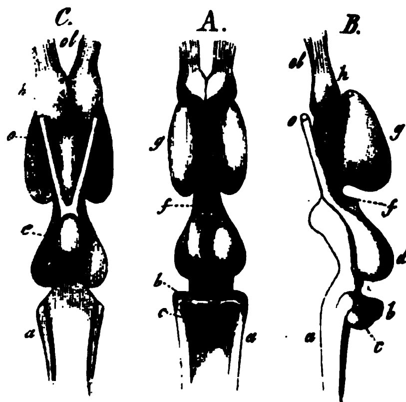
Bei den Wirbelthieren lagern die Centralorgane des Nervensystems in einem über der **Axe des Rückgrates** gelegenen, von dem oberen Bogensysteme desselben gebildeten Canale. Man trennt das nervöse Centralorgan im Rückenmark und Gehirn, nur bei den niedersten Formen der Wirbelthiere (Myxinoiden) wird diese Trennung undeutlicher. Im Allgemeinen stehen Rückenmark und Gehirn im umgekehrten Verhältniss der Ausbildung, bei den niederen Wirbelthierklassen überwiegt ersteres in seiner Masse oft beträchtlich, am deutlichsten zeigt sich das entgegengesetzte Verhalten bei dem Rückenmark und Gehirn des Menschen.

Die **Gehirne der Fische** bieten in ihren niedersten Formen (Cyclostomen und unter diesen vor allen Myxinoiden) die einfachsten Verhältnisse dar, die einzelnen Abschnitte verhalten sich bei ihnen ziemlich gleichartig. Bei den höher entwickelten Fischen zeichnet sich das Gehirn meist durch eine ansehnliche Entwickelung der **Bulbi olfactorii** aus, welche dann als wahre Gehirnlappen erscheinen. Unter den verschiedenen Abschnitten des Gehirnes ist das dem Cerebellum entsprechende Hinterhirn am wenigsten entwickelt, es bildet meist nur eine quer über die Rautengrube verlaufende Kommissur, von der Mitte ragen öfters eine oder mehrere Protuberanzen in die Rautengrube vor (Fig. 264). Sowohl bei den Ganoiden als bei den Teleostiern füllt den grössten Theil des Schädelinnenraumes ein fettzellenhaltiges Bindegewebe aus, zwischen dem Periost der Schädelhöhle (Dura mater) und der eigentlichen

ässhaltigen Gehirnhülle (Pia mater) gelagert, demnach der Arachnoidea der höheren Wirbel- iere entsprechend. Analog dringt er auch in die Rückgratshöhle vor. Bei manchen Fischen elachiern, z. B. Carcharias) zeigt das Mittelhirn durch »Faltung der Oberfläche« (cf. oben ıtwickelungsgeschichte) gewissermassen Windungen. Die Medulla oblongata zeigt bei den schen eine bedeutende Breite und öfters weitere Differenzirungen, so erhält sich als ein osser, zweitheiliger Lappen: Lobus electricus, z. B. bei den electrischen Rochen am nus rhomboidalis ein Theil des primitiven Daches.

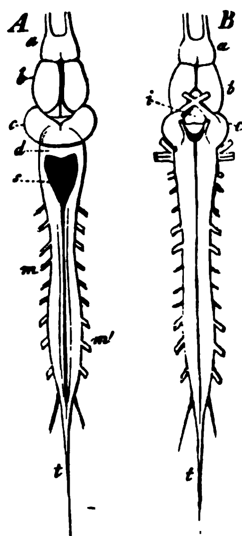
Bei den Amphibien zeigt das Vorderhirn eine Theilung in zwei Hemisphären, nach ›rn sitzen, mehr oder weniger vom Vorderhirn differenzirt, die Lobi olfactorii an. Das Cere- ellum (Nachhirn) zeigt noch keine höhere Entwickelung (Fig. 265).

Fig. 264.



›hirn von Polypterus bichir. *A* Von oben. *B* Seitlich. Von unten. *h* Lobi olfactorii. *g* Vorderhirn. *f* Zwischen- rn. *d* Mittelhirn (Vierhügel). *b c* Hinterhirn. *a* Nachhirn ‹edulla oblongata). *o l* N. olfactorius. *o* N. opticus. (Nach J. MÜLLER).

Fig. 265.



Gehirn und Rückenmark des Frosches. *A* Von oben. *B* Von unten. *a* Bulbi olfactorii. *b* Vorderhirn (Hemisphären). *c* Mittelhirn (Vierhügel). Zwischen *b* und *c* die Sehhügel. *d* Hinterhirn (Kleinhirn). *e* Nachhirn. *i* Infundibulum. *s* Rautengrube. *m* Rückenmark. *t* Filum terminale desselben.

Schon bei den Fischen ist eine Beugung n Zwischen- und Mittelhirn zu erkennen, bei eptilien (Fig. 266) tritt sie noch deutlicher ›rvor, und in der Region des Nachhirns ›mmt eine zweite Beugung hinzu. Das Vor- ›rhirn lagert sich in zwei entwickelten Hemi- ›hären, an die sich nach vorn unmittelbar die Lobi olfactorii anschliessen, über das Zwi- :henhirn. Das Mittelhirn zeigt eine flache Längsfurche. Bei Schlangen und Eidechsen ist ıs Hinterhirn noch wenig höher entwickelt, bei den Schildkröten wird es breiter, und bei ›n Krokodilen beginnt eine Trennung in zwei Hemisphären. Noch weiter nähert sich das ehirn der Vögel dem der Säugethiere, indem hier das Cerebellum das Nachhirn fast voll- ›mmen deckt und sein mittlerer Abschnitt eine deutliche Ausbildung von querstehenden lättern besitzt (Fig. 266). Bei Papageien finden sich Andeutungen von wahren Windungen ıf der Gehirnoberfläche. Die Corpora striata zeigen sich schon bei den Amphibien, sie sind ei den Reptilien stärker entwickelt und bilden als von der seitlichen Wand in die Gehirn- öhle hereinwuchernde Ganglienmassen bei den Vögeln den grössten Theil des Vorderhirns.

Bei dem Gehirne der Säugethiere rücken die Bulbi olfactorii an die Unterfläche des ehirns. Die Längsspalte, welche die Hemisphären trennt, zeigt auch vorn eine beträchtliche iefe. Die hinteren Abschnitte der Hemisphären entwickeln sich mehr und mehr. Am tiefsten

stehen die Gehirne der Monotremen und Beutelthiere. Bei Menschen und den höheren Affen überlagert das Vorderhirn auch das Cerebellum (Hinterhirn), es bildet sich dabei eine hintere Fortsetzung der Seitenventrikel aus, in welche der Pes hippocampi minor (Mensch, Orang) hereinragt. Bei Beutelthieren, Nagern und Insectenfressern werden die Vierhügel nicht vollkommen bedeckt. Die Oberfläche der grossen Hemisphären ist entweder glatt oder zeigt mehr oder weniger denen des Menschen entsprechende Windungen. Ganz glatt ist die Oberfläche der Hemisphären bei Ornithorhynchus, bei carnivoren und insectivoren Beutlern

Fig. 266.



A Gehirn einer Schildkröte (nach BOJANUS). *B* Eines Vogels. Senkrechte Medianschnitte. *I* Vorderhirn. *III* Mittelhirn (Vierhügel). *IV* Nachhirn. *ol* Olfactorius. *o* Opticus. *h* Hypophysis. *a* (in *A*) Verbindung beider Hemisphären des Mittelhirns. *c* Commissura anterior.

und Edentaten. Spuren von Windungen zeigen sich bei Echidna, den meisten Nagern, Insectivoren, Chiropteren, bei manchen Prosimiae und Arctopitheci. Besser entwickelt sind sie bei den Carnivoren, dann folgen Cetaceen und Ungulaten. Bei den meisten Affen ist ihre Anordnung einfacher, bei den höheren Affen nähern sie sich mehr und mehr denen des Menschengehirns. Bei Delphinen und Elephanten sind die Windungen sehr zahlreich. Auch die Windungen des Cerebellum zeigen bedeutende Mannigfaltigkeiten, ihre Anordnung ist bei Ungulaten sehr auffallend unsymmetrisch. Bei Carnivoren findet sich Verknöcherung des Tentorium cerebelli.

Unter den Gehirnorganen verlangt noch das Chiasma nervorum opticorum einige Worte. Es findet sich in verschiedener Entwickelung. Bei den Cyclostomen verlaufen die Optici jederseits zu dem betreffenden Auge und verbinden sich nur nahe an ihrer Austrittsstelle aus dem Gehirn durch eine Kommissur. Neben der Kommissur findet eine vollständige Durchkreuzung statt bei den Knochenfischen. Indem der eine meist über den anderen wegläuft, gelangt der Opticus der rechten Hirnseite zum linken, der der linken Seite zum rechten Auge. In einigen Fällen, z. B. bei Clupea tritt der eine Opticus durch eine Spalte des andern hindurch. Bei den übrigen Fischen und Wirbelthieren scheint immer nur eine theilweise Kreuzung vorzukommen.

Durch Offenbleiben der Medullarrinne bildet sich auf der Lendenanschwellung des Rückenmarks der Vögel eine rautenförmige Einsenkung (Sinus rhomboidalis). Das Rückenmark füllt nicht den ganzen Winkelcanal aus, beim Frosch und bei Vögeln findet sich wie bei Säugern eine Cauda equina.

Die beiden Anschwellungen des Rückenmarks, an den Stellen, aus denen die Nerven der oberen und unteren Extremität hervorgehen, fehlen denjenigen Thieren, bei denen die Extremitäten verkümmert sind, z. B. den Schlangen und fusslosen Eidechsen.

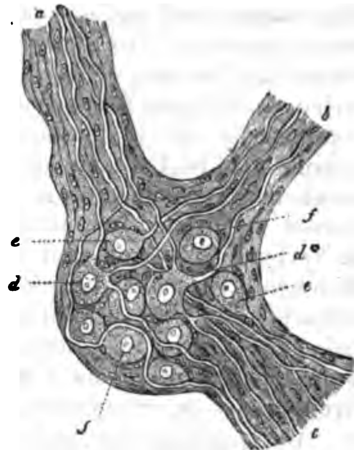
II. Sympathicus.

Zum Bau des Sympathicus.

Wir finden an vielen Stellen des Körpers ausserhalb der eigentlichen ner-
isen Centralorgane Ganglienzellen, einzeln oder in Gruppen vereinigt mit
ervenfasern in Verbindung stehend. Man pflegt die Gesammtheit dieser Ge-
lde, das sympathische Nervensystem, als ein nervöses Centralorgan
n analoger Dignität wie Rückenmark und Gehirn anzusprechen.

Sympathische Ganglienzellen (Fig. 267) finden sich vor Allem an den der
illkür entzogenen Bewegungsorganen und Sekretionsorganen des Körpers,
so vor Allem an den Drüsen, in den glatten
uskelfasern; sie bewegen den Darm und alle
ngeweide, das Herz (der einzige Fall der
einflussung quergestreifter Muskelfasern
irch den Sympathicus) etc., sie kommen
er auch sonst am peripherischen Nerven-
stem in ziemlicher Menge vor. In den ner-
isen Endapparaten der Sinnesorgane trafen
ir überall auf Zellen, welche sich durch den
isammenhang mit Nervenfasern als wahre
erven- oder Ganglienzellen documentirten.

Fig. 267.



Ein sympathisches Ganglion des Säugethieres, schematisirt. *a*, *b*, *c* Die Nervenstämme; *d* multipolare Zellen (*d°* eine mit sich theilender Nervenfaser); *e* unipolare; *f* apolare.

Die genannten Bewegungsorgane haben
ihren Ganglienzellen gleichsam kleine, eigene
ehirne und Rückenmarke, d. h. nervöse Cen-
alapparate, die ihre Bewegungen vermitteln,
ich dann noch, wenn die betreffenden Organe
m Einfluss der grossen Nervencentren ent-
gen sind. Ein ausgeschnittenes Froschherz
hlägt noch, angetrieben durch die in ihm
legenen Ganglien, stundenlang fort; nach
r Zerstörung des Rückenmarkes bei Fröschen
hmen die organischen Vorgänge der Verdau-
g, der Sekretionen, der Blutcirkulation, der grösste Theil der unwillkürlichen
wegungen noch ihren Fortgang (Bidder).

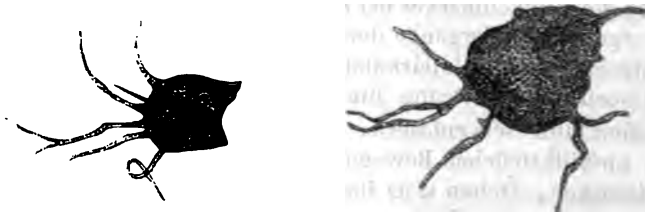
Diese Zellen und Nervenfasern, auf deren stillem Einflusse die eigentlich
ganischen, unwillkürlichen Bewegungen und Vorgänge im höheren animalen
ganismus beruhen, stehen trotz ihrer funktionellen Sonderung doch mit dem
ntralnervensystem in Verbindung. So unbewusst im normalen Verlaufe die
serem Willen nicht unterworfenen Thätigkeiten unseres Körpers vor sich
ien, so schmerzlich können sie sich bei krankhaften Störungen der Organ-
iktionen unserem Bewusstsein aufdrängen zum Beweise, dass die Nerven der
treffenden Organe, wenn sie auch in Folge des Besitzes ihrer eigenen Gang-
n eine gewisse Selbständigkeit zu erkennen geben, doch mit dem Sensorium

oder vielmehr mit den Zellen der grauen Masse der Grosshirnhemisphären in directem Zusammenhange stehen. Diese Verbindung documentirt sich auch darin, dass wir, obgleich uns ein directer willkürlicher Einfluss auf diese Ganglienнerven nicht zukommt, ihre Thätigkeit doch gleichsam auf Umwegen zu modificiren vermögen, wofür der Einfluss spricht, den unsere Gemüthsstimmung, z. B. auf die Herzbewegung oder die Verdauung auszuüben vermag.

In anatomischer Beziehung rechtfertigt sich die systematische Abtrennung der sympathischen Nervenzellen und Nerven von dem centralen Nervensystem dadurch, dass sie durch eine Anzahl in ihren Ganglien entspringender Nervenfasern, Ganglienfasern des Sympathicus, wirklich eine Selbständigkeit für sich in Anspruch nehmen. Doch nehmen sie auch eine bedeutende Anzahl von Fasern in sich auf, durch die sie mit dem Gehirn und Rückenmarke in Verbindung stehen. Die Hauptmasse des Sympathicus ist bei dem Menschen in zwei Strängen vereinigt, von denen man jeden als Grenzstrang des Sympathicus bezeichnet. In regelmässigen Abständen schwillt er zu Ganglien, Zellenanhäufungen, an, welche neben den Ganglienzellen aus in diesen entstandenen Nervenfasern und aus einer Anzahl in das Ganglion eintretender Rückenmarksfasern bestehen. Der Sympathicus ist also (Gegenbaur) ein Abschnitt des peripherischen Nervensystems, der sich durch Verbindung mit zahlreichen Ganglien zu einem gewissen Grade von Selbständigkeit erhebt. Seine Zweige versorgen vorzugsweise die Ernährungsapparate (Darmcanal, Gefässsystem, Athmungsorgane) und den Urogenitalapparat. Im Allgemeinen zeigt sich der Bau des sympathischen Nervensystems in der Art, dass Zweige von Rückenmarks- oder Hirnnerven zu Ganglien herantreten, welche durch Längsnervenstränge unter sich in Verbindung stehen und selbst Nervenäste abgeben. Die cerebrospinalen Wurzeln der Ganglien kann man so als Eingeweideäste der Cerebrospinalnerven betrachten, welche vor ihrer Verzweigung aus den Ganglien neue Elemente beigemischt erhalten. Indem sich die einzelnen nach den Wirbelsegmenten geordneten Ganglien durch Kommissuren verbinden, kommt die Bildung der Grenzstränge des Sympathicus zu Stande.

Die Ganglien oder Nervenknoten des Sympathicus (S. Mayer) sind von einer bindegewebigen, Blutgefässe führenden Hülle, welche Fortsätze in das Innere

Fig. 268.



Zwei multipolare Zellen, eine vom Kind, eine vom Erwachsenen.

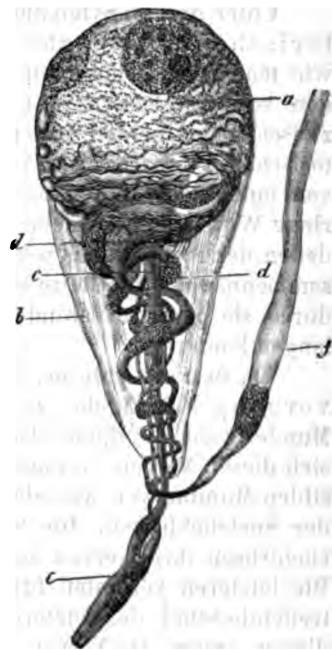
zwischen die einzelnen Zellen entsendet, umschlossen. Jedes Ganglion hat einen zu- und einen abtretenden Nerven, deren Fasern die Nervenzellen meist sehr unregelmässig umlaufen.

Die sympathische Ganglienzelle zeigt im Allgemeinen die Eigen-

schaften der cerebrospinalen Nervenzellen, doch finden sich je nach ihrer Lagerung ziemliche Formenverschiedenheiten. Am öftersten ist ihre Gestalt oval, rund, birnförmig oder spindelförmig, manche zeigen eine rechteckige Begrenzung [im Ganglion coeliacum (BIDDER) und an anderen Orten (S. MAYER)]. Die sympathische Ganglienzelle besitzt keine Zellenmembran, doch ist sie von einer bindegewebigen, der SCHWANN'schen Nervenscheide analogen Kapsel umgeben, welche nach FRÄNZEL beim Menschen und verschiedenen Thieren auf der Innenfläche ein polygonales Plattenepithel trägt. Vom Kern und Kernkörperchen ausstrahlend finden sich in der Zellsubstanz zahlreiche Fibrillen, Fädchen (ARNOLD, COURVOISIER, S. MAYER), welche die oft doppelt in einer Zelle vorkommenden Kerne mit einander in Verbindung setzen (BIDDER, S. MAYER).

KÖLLIKER u. A. behaupten das Vorkommen apolarer sympathischer Zellen. An der Mehrzahl der Zellen lassen sich aber sicher mehrere Ausläufer nachweisen, denen der cerebrospinalen Zellen entsprechend. Doch ist die Anordnung der Fortsätze meist eine andere als bei jenen. Nur hier und da scheint ein Axencylinderfortsatz oder sogar mehrere neben verästelten Fortsätzen aus der Zelle hervorzutreten. Oft entspringen (bei Fröschen und Säugethieren) aus dem schmalen Ende glockenförmig gestalteter Nervenzellen zwei Fasern, die eine läuft in gerader Richtung fort: gerade Faser, die andere legt sich in mehr oder weniger ausgesprochenen Spiraltouren um die erstere herum: Spiralfaser. Beide gehen schliesslich in wahre Nervenfasern über und trennen sich in ihrem weiteren Verlauf (BEALE, ARNOLD, COURVOISIER, KOLLMANN u. A.). Die gerade Faser soll aus dem Kern oder Kernkörperchen entspringen. Die Spiralfaser geht aus dem in der Zelle gelegenen Fasernetze hervor. Nach COURVOISIER's Durchschneidungsversuchen soll die gerade Faser cerebrospinal, die Spiralfaser sympathisch sein, BIDDER nimmt das Gegentheil an.

Fig. 269.



Ganglienzelle aus dem Sympathicus des Laubfrosches (nach BEALE). *a* Zellenkörper; *b* Hülle; *c* gerade nervöse Faser und *d* spiralige Fasern; Fortsetzung der ersteren *e* und der letzteren *f*.

Im Sympathicus finden sich alle Gattungen von Nervenfasern, vor Allem feine und mittelstarke markhaltige Fasern und die oben beschriebenen verschiedenen Formen markloser Fasern.

Zur vergleichenden Anatomie. — Den Leptocardiern scheint das sympathische Nervensystem zu fehlen, auch bei den Cyclostomen ist sein Verhalten noch wenig aufgeklärt. Unter den Fischen findet sich bei den Selachiern der Grenzstrang längs der Leibeshöhle, bei Teleostiern ragt er in die Caudalregion. Wenig ausgebildet ist der Grenzstrang bei den Schlangen, sie besitzen auf grössere Strecken einfache Rami intestinales. Bei Krokodilen und Vögeln trennen sich am Halstheile die Längsstämme, der Hauptstamm liegt im Vertebralcanal, der Sympathicus medius begleitet die Carotiden, hängt aber an mehreren Stellen durch Quer-

verbindungen mit dem tieferen Strange zusammen. Ein analoges Verhalten zeigen die Schildkröten. Bei Säugethieren lagert der Sympathicus ähnlich wie bei dem Menschen. Ueber das Eingeweidenervensystem der wirbellosen Thiere (Arthropoden) cf. oben S. 908.

Physiologische Wirkungen des Sympathicus.

Die Physiologie des Sympathicus stimmt in ihren Grundgesetzen mit der des cerebrospinalen Systems überein. In Beziehung auf die Reiz- und Durchschneidungsversuche am Sympathicus muss daran erinnert werden, dass diese bis jetzt nur den Durchtritt von Fasern mit gewissen physiologischen Funktionen durch ihn erweisen, über deren (wohl vielfach cerebrospinalen) Ursprung aber zunächst Nichts aussagen.

Unter den im Sympathicus verlaufenden Nervenfasern können wir sekretorische, motorische und excitomotorische Fasern unterscheiden, wie man in Beziehung auf die Reflexthätigkeitserregung die centripetal leitenden sensitive Fasern zu nennen pflegt. Der wesentlichste Unterschied, der zwischen den beiden Systemen existirt, ist die mangelnde Verbindung der motorischen sympathischen Fasern mit den Bewegungscentren des Willens (die von ihnen vermittelten Bewegungen sind unwillkürlich) und dann die geringe Wegsamkeit, welche die sensiblen Bahnen — Nervenfasern — zeigen, mit denen der Sympathicus mit den Empfindungsmittelpunkten des Sensoriums zusammenhängt. Die Reize müssen sehr starke, krankhafte sein, bis einmal die durch sie gesetzte Veränderung in den sensiblen Fasern zum Bewusstsein gelangen kann.

Cl. Bernard gab an, im Systeme des Sympathicus selbst einen Reflexvorgang aufgefunden zu haben. Auf Geschmacksreize der Schleimhaut des Mundes geht die Speichelsekretion in gesteigertem Maasse vor sich. Man kann sich diesen Vorgang veranschaulichen, indem man annimmt, dass von den sensiblen Mundnerven aus ein Reiz reflektirt wird auf die sekretorischen Fasern der Speicheldrüsen. Die Submaxillardrüse erhält wie die anderen Speicheldrüsen ihre Nerven aus zwei Quellen: sympathische und cerebrospinale. Die letzteren verlaufen für sie in der Chorda tympani zum Lingualis, das betreffende Stück des letzteren wird Truncus tympanico-lingualis genannt. Von diesem treten die Nerven in das Ganglion submaxillare ein und von da in die Drüse. Mit der Durchschneidung des Truncus tympanico-lingualis ist also die Verbindung der Drüse mit dem Centralnervensystem aufgehoben, trotzdem findet der Reflexvorgang auf Reizung hier auch dann noch statt, zum Beweise, dass derselbe in dem Ganglion submaxillare selbst, dem einzigen noch übrigen nervösen Centralorgane, seinen Sitz hat. Eckhard zweifelt jedoch nach Experimenten die Thatsache an (S. 1032).

Ausser diesem noch zweifelhaften Reflexvorgange finden sich im Sympathicus automatische Bewegungs- und Sekretionscentren.

Wir haben die allein vom Sympathicus abhängenden Bewegungen des ausgeschnittenen Herzens erwähnt. Die Forschung unterscheidet zwei solche automatische Centren im Herzen, die in ihrem Thätigkeitserfolge einander entgegengesetzt sind. Das eine automatische Centrum bewirkt durch seine Erregung

die rhythmischen Bewegungen des Herzens. Das andere wirkt hemmend auf die durch das erste eingeleiteten Bewegungen.

Wir haben hier ein Beispiel der Thätigkeit jener eigenthümlichen Nervengruppe, welche durch ihre Erregung, anstatt Thätigkeit der mit ihnen verbundenen Organe auszulösen, bestehende Bewegungen in ihnen verlangsamt oder vernichtet: der sogenannten Hemmungsnerven. Wir lernten als ein derartiges nervöses Organ das Reflexhemmungscentrum im Gehirne kennen, wodurch der Wille in cerebrospinalen Nervenbahnen Bewegungen zu unterdrücken vermag. Hier haben wir ein Hemmungsorgan im sympathischen Systeme im Herzen selbst gelegen, auf seiner Thätigkeit beruht die regelmässige Rhythmik der Herzbewegung, stärkere Reizzustände in ihm können die Herzbewegung sogar vollkommen aufhören machen. Der Vagus besitzt einen Einfluss auf dieses Hemmungscentrum im Herzen, indem seine Erregung die Erregung desselben und damit Verlangsamung und schliesslich völliges Aufhören der Bewegungen des Herzens veranlasst. Der Vagus wird dieser Wirkung wegen als Hemmungsnerv beschrieben. Ausser dem Vagus und dem Reflexhemmungscentrum wird noch ein Hemmungsnerv dem sympathischen Systeme zugerechnet. Pflüger fand, dass Reizung des Splanchnicus major die peristaltischen, vom Sympathicus abhängigen Bewegungen des Darmes aufhebt.

Wir sahen im cerebrospinalen Systeme die einzelnen Bewegungen der von ihm abhängigen Organe zu für den Organismus zweckmässigen Bewegungsgruppen verbunden, und sahen, dass wir dafür Coordinationscentren voraussetzen müssen, welche durch einen einzigen äusseren Anstoss in Gesammtthätigkeit gerathen können. Solche geordnete Bewegungen zeigen auch die vom Sympathicus versorgten Organe, so dass wir auch in ihm Coordinationscentren voraussetzen müssen. Eine solche coordinirte Bewegung zeigt, wie wir gesehen, vor allem das Herz, dessen einzelne Abschnitte sich in zweckmässiger Reihenfolge zusammenziehen und erschlaffen. Auch die peristaltischen Darmbewegungen sind dafür ein Beispiel, bei denen auch in einer für den Gesammtorganismus, für die Fortbewegung des Darminhaltes zweckmässigen Weise sich die Contractionen über das gesammte Darmrohr hinwegziehen. Auch die Contractionen der übrigen Eingeweide, z. B. des schwangeren Uterus bei der Geburt, sind hierher zu rechnen.

Das sympathische System steht, wie wir gesehen haben, in vielseitigem Zusammenhang mit dem cerebrospinalen Systeme. Die Einwirkung des Vagus auf die Herzbewegung ist dafür ein experimenteller Beweis, ebenso die Einwirkung der sensiblen Reizung der Mundschleimhaut auf die Submaxillardrüse. Auch vom sympathischen Systeme aus werden fort und fort cerebrospinalen Nervencentren Erregungszustände zugeleitet. Wir sprachen oben von der Einwirkung der durch den Vagus dem Athemcentrum zugeleiteten Erregung, welche zum Theil im sympathischen Systeme, das die Eingeweide innervirt, ihren Grund hat.

Auf den Bahnen des Sympathicus werden der glatten Muskulatur der Blutgefässe die cerebrospinalen Erregungen zugeleitet. Ihr normaler Contractionszustand, in dem wir sie in normalem Verhalten verharren sehen (Tonus) ist von der Einwirkung des Sympathicus abhängig; in letzterem laufen Nerven, nach deren Durchschneidung sich die Gefässe durch Erschlaffung ihrer Muskel-

wände, die nun dem Blutdruck nachgeben, erweitern. Das bekannteste, experimentelle Beispiel für diese Wirkung des Sympathicus ist der Erfolg seiner Durchschneidung am Halse (Cl. Bernard), auf welche eine Erweiterung der Blutgefässe, mit gesteigerter Wärmeabgabe an den davon betroffenen Stellen auf der ganzen betroffenen Kopfseite erfolgt. Reizt man dagegen den Sympathicus, so ziehen sich die von der gereizten Stelle versorgten Arterien zusammen. Gleichzeitig zeigen sich dabei natürlich seine Einflüsse auf alle von ihm innervirten Organe. A. v. Bezold zeigte, dass Sympathicusreizung am Halse den Rhythmus der Herzbewegung beschleunige. Wir sahen, dass gleichzeitig die Speichelabsonderung erregt wird und eine veränderte chemische Richtung erhält, dabei zeigt sich die Pupille erweitert.

Knoll hat nachgewiesen, dass die auf electrische Reizung der Vierhügel eintretende Erweiterung beider Pupillen ausbleibt, wenn der Sympathicus am Halse durchschnitten ist.

Die Reizung des Brust- und Bauchtheils des Sympathicus, sowie seines Plexus veranlasst: Bewegungen des Darmes, der Harn- und Geschlechtsorgane, gleichzeitig mit Beeinflussung der Arterienmuskulatur. Auch die Milz soll sich durch Reizung des Plexus lienalis zusammenziehen und verkleinern.

Der Sympathicus hat sekretorische Fasern für die Speicheldrüsen und die Thränendrüse. Einflüsse auf eine Anzahl anderer Sekretionen werden vermuthet.

Ausser den bisher besprochenen Wirkungen werden dem Sympathicus auch trophische, ernährende Einflüsse auf die Organe zugeschrieben. Man glaubt, dass eine regelmässige Innervation vom sympathischen Nervensysteme aus nothwendig sei, um die Organernährung in richtiger Weise vor sich gehen zu lassen. Man deutet in diesem Sinne die allgemeine Verbreitung der sympathischen Fasern, die sich sogar in die cerebrospinalen Nervencentren zu diesem Zwecke hineinbegeben. In gewissem Sinne können auch den motorischen und sekretorischen Fasern trophische Einflüsse zugeschrieben werden. Wir wissen, dass Nichtgebrauch, mangelnde Innervation, die Organe atrophiren, fettig entarten lässt. Die Lähmung (Durchschneidung) der motorischen und sekretorischen Fasern hat daher stets Ernährungsstörungen in den gelähmten Organen im Gefolge.

Zusammenstellung der Versuchsergebnisse über die Sympathicuswirkung.

I. Kopftheil des Sympathicus.

Der Reflexvorgang im Ganglion submaxillare (G. linguale) (Bernard). Wenn man den Nervus lingualis (Truncus tympanico-lingualis) vor seiner Verbindung mit dem Ganglion durchschneidet, so dass dadurch der Zusammenhang des N. lingualis mit dem Gehirn, nicht aber mit dem Ganglion aufgehoben ist, so kann man durch chemische und electrische Reizung der peripherischen Zweige dieses Nerven noch Speichelabsonderung erregen. Eckhardt streitet die Wirkung der chemischen Reize an, und will die auch von ihm gesehene Wirkung der elektrischen Reizung auf Stromschleifen zurückführen, welche die Speichelnerven direct erregen.

II. Halstheil des Sympathicus.

Wirkung des Sympathicus auf die Pupille. Nach nicht zu tiefer Durchschneidung des Grenzstranges beobachtet man, wenn die durch den Reiz der Durchschneidung zunächst gesetzte Erweiterung der Pupille vorüber gegangen ist, bleibende Pupillenverengerung. Reizt man den centralen Sympathicusstumpf, so tritt Pupillenerweiterung ein. Die Verengerung der Pupille erfolgt also durch das Aufhören eines durch den Sympathicus geleiteten Nervenreizes (Valentin, Biffi). Budge fand, dass auf Reizung die Erweiterung der Pupille (beim Kaninchen und Hunde) nur vom unteren Halsganglion aufwärts erfolgt, und dass die im Grenzstrang aufsteigenden, die Pupille beeinflussenden Fasern aus dem Rückenmarke stammen und zwar direct aus dem Stücke desselben, das zwischen den ersten drei Brustwirbeln eingeschlossen ist: Centrum ciliospinale; über ein höher gelegenes Centrum derselben Function cf. oben. Auch nach Durchschneidung des Ganglion Gasseri tritt bleibende Pupillarverengerung in noch höherem Grade als nach Sympathicusdurchschneidung ein. Reizung des centralen Sympathicusstammes hat ein Hervortreten des Augapfels aus der Augenhöhle: Exophthalmus, zur Folge.

Die Durchschneidung des Sympathicus am Halse erhöht die Temperatur am Kopf und Halse. Es erfolgt dieses durch Lähmung der Gefässmuskeln und dadurch gesteigerten Blutandrang (vasomotorische Fasern, aus dem Cerebrospinalsystem).

Reizung des centralen Endes des durchschnittenen Halssympathicusstammes erregt Absonderung in den Speicheldrüsen und der Thränendrüse (sekretorische Fasern).

Nach Reizung des Sympathicus am Halse erfolgt Beschleunigung des Herzschlages (beschleunigende Fasern für das Herz).

Weiter wird von den Brüdern Cyon angegeben, dass durch den dritten Ast des untersten Halsganglions (und das häufig mit demselben vereinigte Ganglion stellatum, das oberste Brustganglion) beschleunigende Fasern zum Herzen geleitet werden. Der erste und zweite Ast sollen die Ursprünge der depressorischen Fasern sein. In dem Halstheile des Sympathicus sollen auch sogenannte pressorische Fasern verlaufen, welche das cerebrospinale Gefässcentrum erregen. Er soll auch zum Cerebrospinalsysteme verlaufende hemmende Fasern für die Herzbewegung enthalten (cf. Herz und Gefässnerven).

III. Brust- und Bauchtheil des Sympathicus.

Das oberste Brustganglion, Ganglion stellatum, das oft mit dem letzten Halsganglion verbunden ist, führt beschleunigende Nervenfasern dem Herzen zu, sie gelangen durch den Halsgrenzstrang und durch die mit der Arteria vertebralis verlaufenden Fasern zum Ganglion (A. von Bezold und Bever). Der Plexus cardiacus enthält vom und zum Herzen verlaufende Nervenfasern vom Vagus, Depressor, Sympathicus.

Nervi splanchnici. Sie sind überwiegend cerebrospinaler Natur (Rüdinger). Sie üben *a*) eine hemmende Einwirkung auf die Darmbewegungen, die sie aber (Ludwig, Nasse u. A.) unter Umständen auch anregen können. *b*) Sie erregen rhythmische Arteriencontractionen und steigern dadurch den Druck im arteriellen Blutgefässsystem (v. Bezold) und führen überhaupt die vasomotorischen Fasern für die Unterleibsgefässe. Sie sollen auch centripetal verlaufende Fasern haben, welche reflektorisch hemmend auf das Herz wirken. *c*) Man behauptet (Bernard), dass nach Durchschneidung des Nervus splanchnicus major beim Kaninchen der Harn reichlicher aus den Ureteren abfliesse; Reizung des peripherischen Endes vermindere den Harnabfluss. *d*) Gräfe und Eckhardt behaupten, dass nach Splanchnicusdurchschneidung Zucker im Harne auftrete.

Ganglien des Grenzstranges. Nach Bernard sollen die Fasern, welche, im Halstheile des Sympathicus verlaufend, die Gefässweite und Temperaturabgabe am Halse und

Kopf reguliren (cf. oben), wahrscheinlich vom zweiten Ganglion des Bruststammes kommen. Für die vorderen Extremitäten sollen die Fasern mit der gleichen Function aus dem ersten Brustganglion austreten. Vielleicht haben die übrigen Ganglien in der Brust eine ähnliche Aufgabe für Brust und Rücken. Die Regulirung der Temperaturabgabe und der Gefässweite der unteren Extremitäten (Bernard) erfolgt durch Wirkung der Ganglien, welche mit dem Lumbosacralgeflecht in Verbindung stehen.

Reizung des Bauchtheils des Grenzstranges und seiner Plexus soll in den benachbarten Organen Bewegung veranlassen oder vorhandene verstärken. Darm, Milz, Ureteren, Harnblase, Uterus, Samenblasen sollen unter diesem Einfluss stehen. Nach Durchschneidung sah man Circulations- und trophische Störungen. Auf Exstirpation des Ganglion cardiacum beobachtete Lamanski temporäre Verdauungsschwäche (Entleerung unverdauter Nahrung). Eine Reihe von Forschern (Frankenhäuser u. A.) haben sich mit der Erregung der Contractionen des Uterus beschäftigt. Letztere treten ein durch Reizung der Plexus hypogastrici, aber ebenso durch Reizung am ganzen Rückenmark und am Kleinhirn, wo möglicher Weise das automatische Bewegungscentrum liegt. Die cerebrospinalen Fasern erhält der Uterus vorzüglich aus dem Abschnitt, der dem letzten Brustwirbel und dem 3. und 4. Lendenwirbel entspricht.

Die **Nebennieren** werden von Einigen dem sympathischen Systeme beigezählt, da sie sehr reich an Nervenzellen sind. Nach Addison stehen sie mit der Pigmentbildung in einem unaufgehellten Zusammenhang, ihre Entartung soll eine abnorm dunkle Färbung der Haut veranlassen (Bronzed skin, Addison'sche Krankheit).

Physiologie der Zeugungsdrüsen.

Siebenundzwanzigstes Capitel.

Die Zeugungsdrüsen. Hoden und Eierstock.

Die Function der Zeugungsdrüsen.

Die Zeugungsdrüsen sind in ihrer Function wesentlich von den bisher besprochenen Drüsen verschieden. Ihre Bestimmung ist nicht wie die fast aller übrigen Körperorgane auf die Erhaltung des Individuums, sondern auf die Erhaltung und Fortpflanzung der Species gerichtet. Und auch noch weitere nicht weniger durchgreifende Unterschiede scheinen zu existiren. Während die Mehrzahl der sonstigen Drüsensekrete amorphe Flüssigkeiten sind, erscheinen bei den Zeugungsdrüsen als das Wesentliche der Ausscheidungen geformte Bestandtheile, Zellen oder Körper von der Dignität einer Zelle, die Eizellen und die Samenfäden, die nach den neuesten Beobachtungen als »kleine Flimmerzellen« (Pflüger) bezeichnet werden dürfen. Die amorphen Drüsensekrete haben zunächst gewisse chemische Wirkungen auf Bestandtheile des Organismus selbst oder auf die zur Einverleibung in den Körper bestimmten Nahrungsstoffe auszuüben; die Thätigkeit der Zeugungsdrüsen gipfelt sich dagegen in formativen Leistungen. Wir sehen männliche und weibliche Keimzellen mechanisch mit einander verschmelzen, um die Grundlage eines neuen Zellenbaues zu werden.

Wir dürfen hier aber nicht vergessen, dass die Thätigkeit auch einer Reihe anderer Drüsen, der Lymphdrüsen und Blutbildungsdrüsen vornehmlich, auch in der Produktion von Zellen besteht, die kaum weniger als die einzelnen Keimzellen bis zu einem gewissen Grade ein individuelles Leben führen. Wir sehen die Lymphzellen physiologisch umgestaltend, z. B. auf die in der Verdauung aufgenommenen Flüssigkeiten einwirken, denen sie erst das Gepräge des Lebens aufdrücken; die Beobachtungen Cohnheim's u. A. haben uns gelehrt, dass solche aus dem Gefässsystem in die Gewebe ausgetretene und dadurch gleichsam selbständig gewordene Zellen ihr individuelles Leben noch weiter documentiren durch Bildung neuer Zellen, die sich sogar an dem Gewebsaufbau betheiligen können. Der Unterschied zwischen den formativen Leistungen der

Keimzellen und der Zellen aus anderen Drüsen und Körperorganen scheint also vor Allem darin zu beruhen, dass die letzteren doch meist nur Zellen produciren, die den Mutterzellen analog sind, während die Vermehrung der Keimzellen die verschiedenartigsten Zellen, Gewebe, Organe hervorbringt, welche alle sich zu einem Gesammtorganismus gruppiren, derselben Art, wie diejenigen, von denen die Keimzellen stammten.

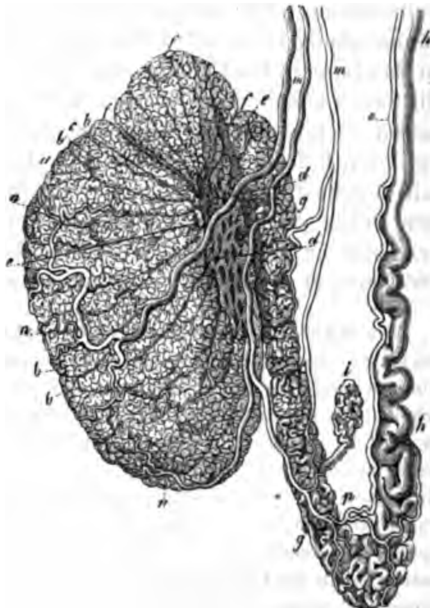
Doch auch dieser Unterschied erleidet bei der Vergleichung der Zeugungs- und Neubildungsvorgänge in der Thierreihe die wesentlichste Beschränkung. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch freiwillige Theilung und Sprossung und vor Allem die Fähigkeit der Reproduktion ganzer verlorener Organe, welche im Thierreiche so verbreitet ist, und die z. B. bei den Hydren darin gipfelt, dass willkürlich abgetrennte Stücke wieder zu einem vollkommenen Gesammtindividuum auswachsen können, beweisen, dass die Fähigkeit zur Bildung heterogener Zellen und Gewebe, welche in der Bildung eines neuen Individuums ihren Höhepunkt erreicht, nicht allein den Keimzellen, sondern im Principe jeder einzelnen vollkommen lebensfähigen Zelle des Organismus zugeschrieben werden darf. Die bei den Wirbelthieren nothwendige Vereinigung der Eier mit dem männlichen Keime kann hiegegen keinen Einwurf begründen. Die Betrachtung des Zellenlebens im ersten Capitel hat uns gezeigt, dass zur Zellvermehrung, auf welcher auch die Entstehung eines neuen Gesammtorganismus aus den Keimzellen beruht, eine Konjugation zweier heterogener Protoplasmakörper: der Eizelle und der Samenkörper, nicht absolut erforderlich ist. Auch bei den Säugethieren, wie bei allen Wirbelthieren, macht die Eizelle die ersten Stadien der Entwickelung ohne Befruchtung, ohne Vereinigung mit den Elementen des männlichen Samens durch (Bischoff, Oellacher), bei der Parthenogenesis der wirbellosen Thiere schreitet die Umbildung des unbefruchteten Eies bis zu den letzten Zielen der Entwickelung vor (v. Siebold u. A.).

Der Hoden und sein Sekret.

Der Hoden, Testis, ist eine Drüse, deren secernirende Elemente aus sehr zahlreichen, ausserordentlich langen, engen, gewundenen Röhren, den Hodencanälchen oder Samencanälchen, Tubuli seminales, bestehen. Abgesehen von den übrigen als bekannt vorausgesetzten Hüllen wird seine Drüsensubstanz umschlossen von einer festen, ziemlich dicken, weisslichen fibrösen Haut, der Tunica albuginea s. propria testis, welche aus Bindegewebsfibrillen mit feinen, spärlichen, elastischen Fasern besteht. Sie sendet von ihrer ganzen Innenfläche zahlreiche platte Fortsätze als unvollkommene Scheidewände, Septula testis, aus; nach dem hinteren Rande zu verdickt sie sich und dringt als Corpus Highmori, zu welchem die Septula verlaufen, in die Drüsensubstanz ein. Durch diese und analoge vom Corpus Highmori ausgehende Septa. Scheidewände, wird die eigentliche Drüsensubstanz in unvollkommen getrennte kegelförmige Abschnitte, Läppchen zertheilt, deren Spitzen sich dem Corpus Highmori zukehren (Fig. 270). In dem interstitiellen Bindegewebe finden sich Zellenhaufen, die den indifferenten Zellen der Bindesubstanz zuzurechnen sind (Kölliker). In dem Faserwerke der Septula liegen, 1—3 in jedem Fache, viel-

fach gewunden und zusammengerollt die gewundenen Samencanälchen, welche die Sekretionszellen enthalten. Sie beginnen theils mit blinden Enden (knospenähnlichen Ausbuchtungen der Wand (Mihalkovics), theils mit Anastomosen. Indem sie sich dem Corpus Highmori nähern, nehmen sie in jedem Läppchen eine gestrecktere Richtung an und werden, indem sie sich öfters mit Nachbarcanälchen vereinigen, zu einem geraden Gang, Tubulus rectus. Die Tubuli recti treten in das Corpus Highmori ein, wo sie zu dem Hodennetze, Rete testis, zusammenfliessen, aus dessen oberem Theile 12—14 weitere, anfänglich gestreckt verlaufende Canäle, Vascula efferentia, entspringen, welche nach dem Durchtritt durch die Tunica albuginea, wieder verengert, durch immer zahlreicher werdende Windungen kegelförmige Massen darstellen (Fig. 270). Sie vereinigen sich als Samenkegel, Coni vasculosi, durch Bindegewebe zuerst zu dem Kopf des Nebenhodens, treten dann allmählig zu einem einzigen weiteren Gange von 0,44 mm Durchmesser zusammen, der an dem hinteren Rande des Hodens unter zahlreichen Windungen den länglichen Körper oder Schwanz des Nebenhodens bildet. Dieser sendet noch das sich abzweigende, blind endigende Vas aberrans Halleri aus, verliert mehr und mehr seine Windungen und wird zu dem gerade verlaufenden, circa 2 mm weiten Vas deferens. Der Nebenhoden soll sich mit an der Samenproduktion betheiligen.

Fig. 270.



Der Hoden des Menschen nach Arnold. *a* Hoden, in die Läppchen bei *b* zerfallend; *c* Ductuli recti; *d* Rete vasculosum; *e* Vascula efferentia; *f* Coni vasculosi; *g* der Nebenhoden; *h* das Vas deferens; *i* das Vas aberrans Halleri; *m* Aeste der Art. spermatica interna mit ihrer Verbreitung an der Drüse *n*; *o* Arterie des Vas deferens, bei *p* mit dem vorhergehenden Gefässe anastomosirend.

An den Samencanälchen haben wir die Membran und den zelligen Inhalt zu unterscheiden. Nach Kölliker ist die Membran eine ziemlich derbe, bindegewebige Faserhaut mit Längskernen, an der nach innen auch bei dem Erwachsenen noch hier und da eine Membrana propria zu erkennen ist, die la Valette St. George im kindlichen Hoden regelmässig nachweisen konnte.

Der Inhalt der Samencanälchen ist nach dem Alter verschieden, der Hauptsache nach besteht er aus Zellen. Im kindlichen Alter sind die engeren Canäle nur mit kleinen hellen Zellen erfüllt. v. la Valette St. George unterscheidet vor der Bildung des Hodensekrets in den Samenkanälchen von Säugethieren zwei der Membrana propria aufliegende Zellenarten: Follikelzellen, von denen je vier eine Zelle der zweiten Art: Ursamenzelle: Spermatogonie umlagern. Die Zellen zeigen deutliche amöboide Bewegungen.

Der Name Follikelzellen deutet darauf hin, dass LA VALETTE eine Analogie zwischen diesen die Ursamenzelle umhüllenden Zellen und den das Urei umhüllenden Follikelzellen statuirt. Zur Zeit der Geschlechtsreife wächst der Umfang der Samencanälchen und der in ihnen enthaltenen Elemente, unter welchen zur Zeit der Samenbildung helle runde Zellen und Blasen: KÖLLIKER's Samenzellen, oft mit einer grossen Anzahl von Kernen (bis 20) auffallen. Im ersten Stadium der Entwickelung der Samenelemente vermehren sich nach V. LA VALETTE ST. GEORGE die Spermatogonien rasch durch Theilung und wuchern als Zellenhaufen in das Lumen der Samencanälchen hinein. Im weiteren Verlauf geht von dem Kern der Spermatogonie ein energischer Proliferationsprozess aus, der Kern wird maulbeerförmig und zerfällt in einen fortschreitenden Furchungsprocess, dem das Protoplasma mehr oder weniger vollkommen folgt; dadurch wachsen aus den Spermatogonien mit diesen in Zusammenhang bleibende Zellensprossen: Spermatogemmen, Samensprossen, in das Lumen der Canälchen hinein. Aus den Samensprossen entwickeln sich die Samenkörperchen, Spermatosomen. Gleichzeitig wuchern auch die Follikelzellen, schliessen die Spermatogemmen seitlich gegen einander ab und dienen zu deren Befestigung. Indem sich der Fuss, mit welchem die Spermatogemme mit dem Rest der Ursamenzelle, aus der sie entsprosste, zusammenhängt, durch den Druck der nachbarlich wuchernden Gemmengenerationen länger auszieht, erscheint er zuletzt als der dünne fadenförmige Stiel des Samenkörperchens. (Weiteres cf. S. 1035.) (cf. unten Entwickelung der Samenfäden.)

Die Ductuli recti haben einen analogen Bau wie die Samencanälchen, ihr Epithel ist ein ganz niederes Cylinderepithel, und sie sind nicht, wie man früher angenommen hat, weiter sondern enger als die gewundenen Canälchen (MIHALKOVICS). Die Canäle des Rete testis erscheinen als mit Pflasterepithel ausgekleidete Lücken im Gewebe des HIGHMOR'schen Körpers. In dem Nebenhoden tritt bald in der Faserhaut auch eine Lage glatter Muskeln auf: die weiteren Abschnitte des Nebenhodencanals und der Samenleiter besitzen eine dicke Muskelschicht von längs- und querverlaufenden glatten Muskelfasern. Die Vasa efferentia tragen ein einfaches flimmerndes Cylinderepithel, im Canal des Nebenhodens besteht das Epithel aus sehr langgestreckten Zellen mit ovalen Kernen und langen Pinseln von Flimmerhaaren, auch das Epithel der MORGAGNI'schen Hydatiden flimmert (O. BECKER). In den Samencanälchen ist ein eigentliches Epithel meist nicht deutlich.

Chemie des Hodengewebes. — KÖLLIKER fand im Hoden des Stiers 11,427 % organische und 1,308 % Asche und 86,965 % Wasser. KÜHNE wies im Hundehoden Glycogen nach. TRESKIN im Hoden von Rind, Reh und Ziege: Inosit, Kreatin (Kreatinin?), Cholesterin, Lecithin, Leucin und Tyrosin. Glycogen fand er nicht. Im Nebenhoden ist nach TRESKIN auch Leucin, Tyrosin und Cholesterin.

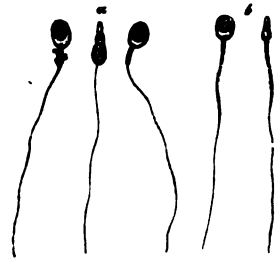
Hodensekret, Samen. Das unvermischte Sekret des Hodens, wie man es bei kräftigen Männern im ganzen Verlaufe des Vas deferens und im Schwanze des Nebenhodens findet, ist eine weissliche zähe, geruchlose Masse. Es besteht fast nur aus den charakteristischen mikroskopischen Elementen, den Samenfäden, nebst äusserst wenig einer verbindenden Flüssigkeit. Als mehr zufällige Bestandtheile findet man hier und da noch einzelne Körnchen, Kerne und Zellen beigemischt.

Die Entdeckung der Samenfäden, Fila spermatica, oder Samenthierchen, Spermatozoiden, Spermatozoa, welche sich in etwas verdünntem, frischem Samen in sehr lebhafter Bewegung zeigen, war eine der ersten Errungen-

schaften der Mikroskopie. LEEUWENHOEK, welcher hier zuerst genauere Untersuchungen anstellte, nennt als Entdecker einen Studenten in Leyden, J. HAM (1677). Ihre aktive Beweglichkeit, welche den Flimmerbewegungen analog ist, veranlasste es, dass man sie zunächst für Thiere halten musste. Die Bezeichnung Samenfaden stammt von KÖLLIKER.

Die Samenfäden sind der männliche Zeugungsfactor. Es ist für die Beurtheilung der Lehre von der Zeugung und Konstanz der Species im Thierreiche von grosser Wichtigkeit, dass sie in ihrem Bau (Form) nur in der Species konstant sind, sonst aber in der Thierreihe sehr verschieden erscheinen (LA VALETTE ST. GEORGE). Die Samenfäden der Säugethiere bestehen im Allgemeinen aus einem der Scheibenform sich annähernden Kopfende und einem fadenförmigen Anhange. Die Samenkörper des Menschen haben ein ovales Köpfchen, das dem Faden zugekehrte Ende desselben ist verdickt und abgerundet (Fig. 271), nach oben geht es in eine dünne, in der Mitte etwas eingedrückte Scheibe über, so dass es von der Seite von mehr oder weniger birnförmiger Gestalt erscheint. GROHE und SCHWEIGGER-SEIDEL nehmen an den Samenfäden eine structurlose Membran oder Grenzschicht und eine Inhaltsmasse an, welche GROHE für contractil erklärt. Auf eine feinere Structur deuten noch gewisse Streifungen im Kopfe des Samenfadens (beim Bären, VALENTIN) und die Differenzirung des letzteren in Kopf, Mittelstück (SCHWEIGGER-SEIDEL) und eigentlichen Faden.

Fig. 271.



Samenkörper des Menschen, a unentwickelte, b reife.

Das Auffallendste an den Samenfäden oder Samenkörpern ist ihre Beweglichkeit. Doch sind sie bei einigen niederen Thieren (z. B. Oniscus) vollkommen bewegungslos, selbst innerhalb der weiblichen Geschlechtsorgane, bei Nematoden, Daphnien und Krebsen zeigen sie nur amöboide Formveränderungen. Wie schon oben angedeutet, bedürfen auch die menschlichen Samenfäden einen äusseren Einfluss zur Einleitung ihrer Bewegung, wenigstens eine stärkere Verdünnung der Zwischenflüssigkeit. In dem Hodensekret selbst erscheinen sie bewegungslos, sie bewegen sich erst, nachdem dieses durch die Zumischung der Sekrete der Samenblasen, der Prostata und der COWPER'schen Drüsen verdünnt wurde. Auch der Bewegungsmodus der beweglichen Samenfäden ist sehr mannigfach verschieden. Bei Vögeln, z. B. dem Kanarienvogel, pflegt die Bewegung eine gleichmässig fortschreitende zu sein mit gleichmässig rascher Axendrehung des ganzen Samenfadens, bei den Säugethieren ist sie hüpfend und zuckend, wobei das Kopfende immer voran gestossen wird.

GROHE glaubte, dass die Bewegung des Fadens durch Contractionen des Inhalts des Köpfchens eingeleitet werde. Man hat dagegen darauf hingedeutet, dass sich am Köpfchen keine Contractionserscheinungen erkennen lassen, und dass auch kopflose Fäden oft noch lebhafte Schwingungen zeigen können. Im Allgemeinen zeigt die Bewegung der Samenfäden die Eigenthümlichkeiten und Bedingungen der anderen Protoplasmabewegungen (cf. diese), sie stimmt darin etwa mit den Bewegungen der Flimmerzellen überein. PFLÜGER erklärte den

Samenfaden direct für eine kleine Flimmerzelle; am besten erhalten s Bewegungen in schwach alkalischen Lösungen.

Die Dauer der Bewegung ist nach der Beschaffenheit der Flü in der sie sich befinden, verschieden. Noch 48 Stunden nach dem To licher Thiere fand man in ihnen bewegungsfähige Spermatozoiden, in d lichen Genitalien bewegten sie sich noch 8 Tage nach stattgehabter Be

Die ziemlich sparsamen Nerven des Hodens stammen vo spermaticus internus ab. Letzerich sah Nervenfäserchen zwischen de der Samencanälchen endigen; die Enden sind nach ihm verhältnissmässi breite mit meist excentrisch aufsitzenden, runden, glänzenden Knöpfcl sehene Axencylinder. Ein directer Einfluss der Nerven auf die Sam dung ist noch nicht nachgewiesen; durch reichlichere Blutzufuhr zu de talien scheint die Bildung desselben jedoch gesteigert zu werden. I Richtung wirken sitzende, ruhige Lebensweise bei reichlicher Nahru sprechende Richtung der Phantasie und Reizung der Genitalien, vielleic gewisse Gewürze. Beim zeugungsfähigen Manne ist die Samenprodukti stetige, die in der Freiheit lebenden Thiere bereiten reifen Samen nur w der Brunstzeit. Die Menge des gebildeten Samens zeigt bei demselben duum bedeutende Schwankungen, die absolute Gesammtmenge ist stet lich gering.

Die Lymphgefässe des Hodens sind reichlich entwickelt (P sie nehmen ihren Ursprung aus ziemlich weiten, in dem Bindegewebe zw den Samencanälchen verlaufenden Gängen (Ludwig und Tomsa), die mi Endothel ausgekleidet sind (His). Mihalkovics sucht die Anfänge der l gefässe in feinen Spalten der Lamellen der Samencanälchenwand. Von tritt die Lymphe in die Maschenräume der Bindegewebsbalken; in dem Highmori sowie in der Albuginea selbst finden sich weitere und engere l gefässe. Die reichlichen Lymphgefässe scheinen für die Möglichkeit einer Resorption im Hoden zu sprechen, wodurch vielleicht, wenn keine San leerung eintritt, das stetig abgesonderte Sekret wieder aufgenomme den kann.

Die Blutgefässe des Hodens gehen aus der Art. spermatica hervor und dringen vom hinteren Rande aus in die Drüsensubstanz ein, i cher sie die Samencanälchen mit einem ziemlich weitmaschigen Kapil ringförmig umspinnen. Im Nebenhoden ist die Gefässvertheilung (Art. d tialis) nach Mihalkovics reichlicher als im Hoden selbst; die Kapillaren in der muskulösen Wand des Nebenhodencanals unmittelbar unter dem derepithel ein dichtes Netz. Den Arterien analog verhalten sich die Ven

Die Bewegung der Samenfäden. — Wie alle Protoplasmabewegungen we der Samenfäden durch Säuren sehr rasch aufgehoben. Es scheint auch hier für ein bildung bei der Bewegung zu sprechen, dass in schwach alkalischen Lösungen sich di gungen länger erhalten, und dass wie die Flimmerzellen (Virchow), so auch die Sam wenn sie zur Ruhe gekommen, durch schwache Alkalilösungen wieder in Bewegung werden können (Kölliker). Die Bewegung erhält sich lange in Lösungen, welche 1 % natrium, Chlorkalium, Chlorammonium, salpetersaures Kali oder Natron, oder 1—10 phorsaures, kohlensaures oder schwefelsaures Natron, schwefelsaure Magnesia oder (rium enthalten. Wie alle Säuren, so vernichten auch stark alkalische Lösungen, be

ıoniakalische die Bewegung, ebenso destillirtes Wasser und Gummilösungen, bei beiden ›r Quellung und Schlingenbildung an den Schwänzen, ferner Alkohol, Chloroform, Aether, ›sot etc. Concentrirte Lösungen von Salzen, Zucker, Eiweiss können die Bewegungen der ch Quellung starr gewordenen Fäden zurückbringen (Kölliker). Curare soll in exquisiter ise als Reiz wirken, dagegen sind Kokain und schwefelsaures Morphium wirkungslos. Nach ıtegazza bewahren die menschlichen Samenfäden die Bewegungsfähigkeit von 15—147° C. 0° erhielt sie sich 4 Tage, auch nach dem Aufthauen kehrt sie zurück (analog wie bei nmerzellen).

Chemie des Samens. — In dem reifen Hodensekrete des Stiers fand Kölliker 82,05% Was- und 17,94% feste Stoffe, davon 13,138% Eiweisskörper der Samenfäden, 2,165% phosphor- tiges Fett und 2,637% Salze. Als Bestandtheile des Samens führt v. Gorup-Besanez an: ısser, ein kaseïnähnliches Albuminat, phosphorhaltige organische Körper (Lecithin? Prot- ›n?) und die Blutsalze, vorwiegend phosphorsaure alkalische Erden. Bei der Fäulniss des nens bilden sich reichlich Krystalle von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia. Auch aus n frischen Samen scheiden sich beim Verdunsten sternförmig gruppirte (monoklinometri- e?) mikroskopische Krystalle aus, jedenfalls organischer Natur, vielleicht dem Vitellin ver- ıdt (Kühne). Nach F. Miescher's Untersuchungen enthält das frische Sperma vom Lachs Vacuum getrocknet: 18,78% Stickstoff, 11,31% Phosphor und nur 0,28% Schwefel. Die Wasser, heissem Alkohol und Aether möglichst erschöpften Spermatozoiden dieses Fisches ehen nach Miescher ausschliesslich aus einer von ihm als Protamin bezeichneten orga- hen Base mit Nuclein, welches die Rolle einer Säure spielt, verbunden. Dem letzteren gibt ie Formel: $C_{29}H_{49}N_9P_3O_{22}$. Es ist kein Eiweisskörper, der Phosphor ist darin ausschliesslich ›hosphorsäure enthalten. In 100 Theilen ist nach Miescher der organische Theil des Lachs- ens zusammengesetzt aus: Nuclein 48,68; Protamin 26,76; Eiweissstoffe 10,32; Lecithin ; Cholesterin 2,24; Fett 4,35. Im Sperma anderer Thiere: Frosch, Karpfen, Stier fand kein Protamin. J. Picard fand im trockenen Lachssamen 5% Guanin und Sarkin. Dem ulirten Samen scheint aus den accessorischen Drüsen etwas Mucin beigemischt zu sein. en Reagentien verhalten sich die Samenfäden sehr resistent, sie werden weder durch con- rirte Schwefelsäure noch Salpetersäure, Essigsäure, oder kochende concentrirte Soda- ng vollkommen gelöst. Aetzende Alkalien lösen sie in der Wärme. Sie widerstehen der lniss lange; nach dem Eintrocknen am besten mit 1% Kochsalzlösung aufgeweicht, sind noch sehr deutlich, z. B. zur **gerichtlichen Diagnose des Samens**, zu erkennen. Noch nach 3 ıaten sah sie Damm in faulem Harn, selbst beim Glühen bleibt ihre Form unverändert zu- k (Valentin). In der frischen Substanz des Hodens fand Kühne Glycogen.

Die **Samenblasen** enthalten eine eiweissreiche Flüssigkeit, mit kleinen farblosen Gerinnseln abgestossenem Flimmerepithel. Eckhard fand, dass auf directe electrische Reizung oder Reizung der bei der Erection betheiligten Nerven die **Prostata** des Hundes durch die Con- :tion ihrer glatten Muskeln einige (20—30) Tropfen ihrer Sekrete stossweise hervorpresst. Sekret enthält ein- und mehrkernige Zellen beigemischt, sowie amorphe kugelige Massen, ıe Reaktion ist neutral, es enthält 98% Wasser, von den festen Stoffen sind 1,119% orga- :her Natur, davon 0,45%—0,91% Eiweiss (Buxmann).

Nach Kölliker's Mittheilung ist der ejaculirte Same fast farblos, schillernd, von alka- her Reaktion und eigenthümlichem Geruch, bei der Entleerung zähflüssig und klebrig wie eiss, soll er beim Erkalten gallertig, nach einiger Zeit jedoch wieder dünner und flüssiger ·den.

Die Entwickelung der Samenfäden ist zuerst von Kölliker genauer erforscht worden. Er wies :h, dass die Samenfäden nicht, wie man es früher angenommen hatte, als individuell be- ıe Wesen: Samenthierchen, sondern als Elementartheile des Organismus aufzufassen seien. lehrte ihre Entstehung aus Zellen kennen. Die Samenfäden sollten sich nach seinen An- en durch Umwandlung der Kerne der Samenzellen bilden, indem sich der Kern verlän- ; und von seinem einen Ende aus einen Faden treibt, während der Rest des Kernes zum f des Samenfadens wird. Nach la Valette sprosst das ganze »Spermatosoma« aus dem

Zellenprotoplasma einer aus Theilung der Ursamenzelle entstandenen Zelle hervor (S. 1037). Der Samenfaden ist von der Dignität einer Zelle, eine kleine Flimmerzelle (Pflüger), männliche Keimzelle. Nach von Ebner sollten sich die Zoospermien in »Spermatoblasten«, den Stützzellen anderer Autoren, bilden. Fr. Merkel's Ansicht schliesst sich mehr an die Kölliker's an.

Die vergleichende Anatomie hat in allen Abtheilungen der Thierwelt, so weit es eine geschlechtliche Fortpflanzung gibt, Samenkörper nachgewiesen, bei den Infusorien (Paramecium aurelia) beschrieb zuerst Johannes Müller fadenförmige Körper, welche den vergrösserten Nucleus erfüllen. Die Zoospermien der Säugethiere unterscheiden sich zwar, aber im Allgemeinen doch nur wenig von denen des Menschen. Beim Schwein und ähnlich beim Stier, Schaf, Pferde ist die Spitze des eiförmigen Kopfes den Fäden zugekehrt, Mäuse und Ratten besitzen ein beilförmiges Köpfchen, letztere mit sehr langem Schwanze; beim Kameel ist der Kopf lang und schmal. Bei Vögeln und Reptilien, sowie bei Frosch und Kröte ist der Kopf lang gestreckt, cylindrisch, bei Singvögeln spiralig gewunden. Die Zoospermien von Triton, Salamander und Bombinator sind durch eine eigenthümliche undulirende Membran an dem Rücken des Schwanzfadens ausgezeichnet (v. Siebold, Czermak). Bei den Fischen ist die Gestalt der Samenfäden analog verschieden wie bei den Vögeln. Die Samenkörper der Wirbellosen sind entweder mehr fadenförmige Gebilde oder von mehr rundlicher Gestalt, letztere z. B. bei Myriapoden und mehreren Krustenthieren. Auch Zoospermien mit undulirenden Membranen wurden bei Wirbellosen beobachtet, bei einigen enthält der Same Zoospermien von zweierlei Art. Bei vielen Wirbellosen umhüllt ein erhärtendes Sekret wie ein Schlauch eine Partie Zoospermien, wodurch die sogenannten »Spermatophoren« und wohl auch die »Samenstäbchen« Leuckart's entstehen. Die Cephalopoden haben einen eigenthümlich gebauten Arm, der vom Hoden den Samen aufnimmt und denselben in die weiblichen Generationsorgane schafft (Aristoteles). Der Arm löst sich bei der Begattung vom Männchen los und führt auf dem Weibchen ein fast individuelles Leben, so dass man ihn früher für einen Parasiten: Hectocotylus (S. 1024), hielt.

Der Eierstock und das Ei.

Eierstock. Man pflegte an der Zeugungsdrüse des Weibes eine Art von Marksubstanz, d. h. eine nicht drüsige, ungemein blutreiche, der Hauptsache nach bindegewebige, schwammige, rothe, an kavernöses Gewebe erinnernde Masse und ein diese umlagerndes Drüsenparenchym als Rindensubstanz zu unterscheiden. Peripherische Ausstrahlungen der bindegewebigen Markmasse sollten im Rindenparenchym eine Art Fachwerk bilden, in welche die eigentlich drüsigen Partien eingelagert seien und nach aussen in feste Verwebung zu einer wenig abgegrenzten Organhülle: Albuginea, zusammentreten.

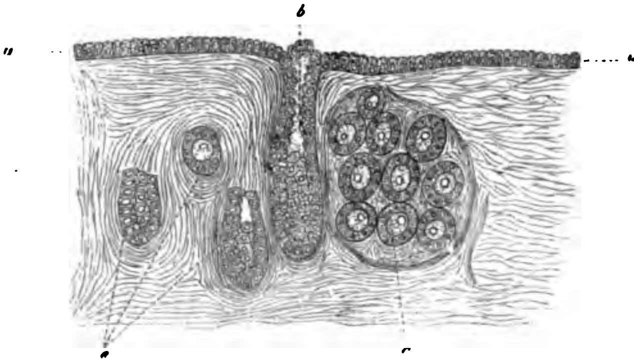
Durch die Untersuchungen Pflüger's ist die Erkenntniss über die Struk des Eierstocks in eine neue Phase getreten. Wir schliessen uns im Folgenc den Darstellungen Waldeyer's an.

Bei den drei höheren Wirbelthierklassen sind die Ovarien im Allgemeir nach dem gleichen Typus gebaut. Der **reife Eierstock** zeigt als wesentliche l standtheile: 1) das Eierstocksepithel oder Keimepithel, 2) die Eifo likel oder Graaf'schen Follikel, in denen 3) die Eier enthalten si Alle diese Gebilde werden 4) getragen und zusammengehalten von einem äusse gefässreichen, muskel- und nervenhaltigen Bindegewebsstroma.

Das Oberflächenepithel des Eierstocks, das man früher für eine directe Fortpflanzung der Serosa genommen hat, grenzt sich von dieser durch eine weisse Linie ab, welche rings um die Basis des Ovariums läuft. Das Keimepithel besteht anstatt des bekannten plattzelligen Peritonealepithels aus cylindrischen Zellen, die eine dunklere Körnung zeigen. Es ist einem Schleimhautepithel gleichzusetzen, was schon daraus hervorgeht, dass an vielen Eierstöcken das Tubarepithel continuirlich, nur mit Verlust der Flimmerung auf die Ovarialoberfläche übergeht.

Auf dem senkrechten Durchschnitt des Eierstocks zeigt sich zu äusserst das Keimepithel, dann folgt eine festere Bindegewebslage (Fig. 272), in welcher

Fig. 272.



Senkrechter Durchschnitt vom Ovarium einer halbjährigen Hündin, Hartnack 2/7. *a* Epithel. *b* Ovarialschlauch mit freier Mündung. *c* Grössere Gruppe von Follikeln, traubenartig zusammengelagert. *e* Schräge und quere Durchschnitte von Ovarialschläuchen.

sich einzelne Ovarialschläuche und jüngere Eifollikel zeigen. Dann folgen die älteren Eifollikel, zum Theil mit nahezu reifen Eiern, zu innerst das gefässreiche Hilusstroma, die sogenannte Marksubstanz. Die äusserste Lage des bindegewebigen Ovarialstromas ist kurzfaserig, die Bündel durchkreuzen sich vielfältig, im Allgemeinen ist ihr Verlauf aber mehr parallel (Albuginea), in den tieferen Schichten zwischen den Follikeln ist das Bindegewebe langfaserig, wenig fest, sehr zellenreich. Die Zellen sind spindelförmig, hier und da mit sehr langen Ausläufern. Die Marksubstanz, die sogenannte Gefässzone schliesst sich hier unmittelbar an. Um die grösseren und mittelstarken Gefässe derselben liegen glatte Muskeln in einzelnen längsziehenden Bündeln, sie fehlen in der Rindensubstanz beim Menschen. Bei Amphibien und namentlich bei Knochenfischen erscheint dagegen das ganze Organ sehr muskelreich.

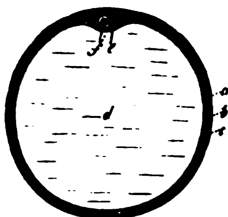
Der Hilus ovarii enthält ein Konvolut von weiten Venen, die bei stärkerer Injection eine Art Gefässbulbus darstellen (Rouget). Die Arterien zeigen auch im Ovarium selbst jenen korkzieherartig gewundenen Verlauf, welcher bei den Aesten der A. spermatica interna und der A. uterina bekannt ist. Das Kapillarnetz ist sehr reich, am reichsten in der inneren Follikelhaut (His), hier fast an die Membrana Ruyschiana der Choroidea erinnernd.

His beschreibt Lymphgefässe am Hilus ovarii und weite, sackartige

Lymphräume, welche schalenartig die Follikel (und gelben Körper) un
Waldeyer hat mit sehr dünner Markscheide versehene Nervenfase
zwischen die grösseren Follikel eindringen sehen.

An den grösseren Graaf'schen Follikeln (Fig. 273) unters
man eine bindegewebige Wandung, Theca folliculi (v. Baer), die äussere
besteht aus gewöhnlichem, faserigem Bindeg
Tunica fibrosa, die innere ist sehr gefässreic
nica propria, und besteht aus zellenreichem, j
Bindegewebe. Bei jüngeren Follikeln fehlen
Schichten. Die zelligen Follikelelemente lieg
nur in rundlichen Stromalücken (Waldeyer).
ker nimmt dagegen eine structurlose Basalme
auch für die jüngsten Follikel an, K. Slavjans
aus abgeplatteten Endothelien gebildete Mem
propria. Die innere Oberfläche der Tunica p
ist bei den Säugethieren mit einem mehrschi
Cylinderepithel, Follikelepithel, Mem
granulosa, besetzt. An einer, selten an me
Stellen, je nach der Zahl der im Follikel enth
Eier, zeigt sich beim Menschen und Säugethi
Epithel zu einem frei in das Follikellumen
ragenden hügeligen Vorsprung angehäuft, Discus proligerus, I
scheibe. Mitten in der Keimscheibe liegt das Ei. Der Follikelraum
übrigen mit einer klaren Flüssigkeit, Liquor folliculi, erfüllt, die l
geren Follikeln noch fehlt. Ein Theil der Zellen des Discus proligerus
Eiepithel unterschieden. Es bildet dieses eine zusammenhängende L
Cylinderzellen, welche ganz nach Art eines Epithels auf der Zona p
aufsitzen.

Fig. 273.



Graaf'scher Follikel des Schweines, ca. 10mal vergr. a Aeussere, b innere Lage der Faserhaut des Follikels, c Membrana granulosa, d Liquor folliculi, e Keimhügel, ein Vorsprung der Membrana granulosa, f Ei mit Zona pellucida, Dotter und Keimbläschen.

Chemische und ärztliche Bemerkungen. — Der Liquor folliculi rea

[redacted]

'ahrscheinlich von dem Follikelepithel ausgehenden Bildung: der Dotteraut, Zona pellucida, umlagert. Durchmesser des reifen menschlichen ies im Mittel etwa 0,2 mm.

Die Zona pellucida, die Umhüllungsmembran des Eies, ist eine starke, lashelle, gegen die Dottermasse scharf abgesetzte Lamelle, welche bei fast allen eschöpfen ein eigenthümliches Structurverhältniss erkennen lässt, welches zurst von J. MÜLLER und REMAK an den Eiern der Fische nachgewiesen wurde; ie Zona ist nämlich in radiärer Richtung von zahlreichen Porencanälen durchetzt, die sich bei den Säugethieren als feine Streifungen zu erkennen geben. WALDEYER glaubt, wie REICHERT und PFLÜGER, die Dotterhaut als eine der Cuti:ularbildung (S. 29) verwandte Formation auffassen zu müssen, ausgehend von lem Epithel. Eine weitere sogenannte Dotterhaut existirt nicht. (Nach Hj. LINDGREN sollen durch die Porenkanäle der Zona einzelne Zellen der Membrana granulosa in das Ei einwandern, was er als einen Ernährungsvorgang des Eies uffasst; auch die »Richtungskörper« will er als solche eingewanderte Granulosazellen deuten?)

Der Hauptdotter charakterisirt sich als gewöhnliches Zellenprotoplasma, PFLÜGER u. A. haben sogar Contractilität an ihm beobachtet. Charakteristisch ist der grosse Reichthum des Eiprotoplasmas an grösseren und kleineren glänenden Körnern, wahre Dotterkörner (HIS) von verschiedener Grösse, sie ollen die Reaktionen des Protagons und der Eiweisskörper zeigen.

Gegen E. HÄCKEL's Aussprüche, dass das Ei des Menschen von dem anderer äugethiere sowohl im unreifen als ausgebildeten Zustand nicht zu unterscheiden sei, zeigte v. BISCHOFF, dass zwischen dem Ei des Menschen und der äugethiere sowohl in Grösse der Eier, Dicke der Zona, als besonders in der nikroskopischen Zusammensetzung des Dotters charakteristische Unterschiede xistiren. (Das letztere ist auch der Fall zwischen den frühesten Entwickeungsstadien des Menschen und der Wirbelthiere, spec. der höheren Säugethiere.)

Bei den reifen Eiern der Vögel und Reptilien kommt zu dem igentlichen Ei: Hahnentritt, Cicatricula, mit dem von einer Dotterhaut ımhüllten Hauptdotter und dem Keimbläschen, dessen Keimfleck hier früh chwindet, noch ein sogenannter Nebendotter oder Nahrungsdotter, elber und weisser, hinzu. Die Primordialeier der Vögel sind denen der Säugehiere vollkommen gleich. Der Nahrungsdotter, der dieselben in der Folge umüllt, scheint ein Produkt des Follikelepithels und zwar nach WALDEYER gerade-1 metamorphosirtes Protoplasma der Follikelepithelzellen; GEGENBAUR hielt agegen die Nahrungsdotterbestandtheile für Differenzirungen aus dem Protolasma der primitiven Eizelle selbst. Nach Andeutungen PFLÜGER's scheint auch ei dem Säugethiere eine Unterscheidung zwischen zwei verschiedenen Dotterartien gemacht werden zu müssen. Das Keimbläschen wird von einem helleren rotoplasma umgeben, auf welches eine etwas dunklere Masse aufgelagert ist. s scheint nahe zu liegen (HIS, WALDEYER), diese äussere Schicht als eine secunäre, vielleicht wie die des Nahrungsdotters auch von dem Follikelepithel ausehende Bildung aufzufassen. Doch tritt hier in der Folge eine vollkommene erschmelzung beider Protoplasmaantheile ein, während bei den oben angeıhrten Eiern, an welche sich die Eier der Selachier, der Knochenfische und der öheren Krustaceen anschliessen, die Trennung eine dauernde ist. · Für den

durchgreifenden Unterschied zwischen beiden Dottern spricht die Beobachtung STRICKER's, der am Hauptdotter des Forelleneies deutliche amöboide Bewegungen beobachtete, während der Nebendotter sich stets ganz passiv verhält. Die Eier der Batrachier gleichen mehr denen der Säugethiere, sie lassen keine deutliche Trennung von Haupt- und Nebendotter erkennen.

Das Protoplasma der Eizelle ist contractil. EISNER beobachtete auch amöboide Bewegungen am Keimfleck (Kernkörperchen).

Aerztliche Bemerkungen. — Der Rogen (Eier) der Barbe, Cyprinus barbus, ist giftig, während das Fleisch dieses Fisches keine schädlichen Wirkungen entfaltet. Als Vergiftungserscheinungen treten auf: Erbrechen, Diarrhoe, Leibschmerzen, Pupillenerweiterung, Schlundbrennen (F. MÜNCHMEYER).

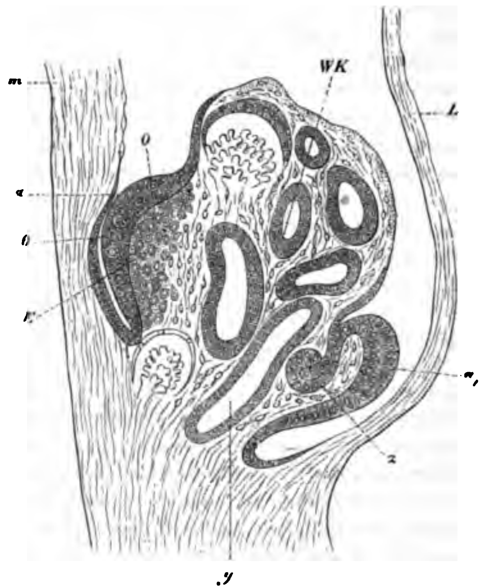
Erste Stadien der Eientwickelung (S. 8. 14. 20). — Nur der Bildungsdotter betheiligt sich direct an dem Aufbau des Embryonalleibes. Je nachdem die Eier nur Bildungsdotter oder auch Nahrungsdotter enthalten, kommt es zu einer totalen oder partiellen Furchung (S. 14) bei der Fortentwickelung des Eies. Die Embryonalzellen, welche aus den verschiedenen Arten der Furchung hervorgehen, finden auch in verschiedener Art zum Aufbau des Embryonalleibes Verwendung (CLAUS). Bei Coelenteraten, Echinodermen, sowie bei den einfachen und niederen Organisationsformen der Würmer und Arthropoden besteht eine Evolutio ex omnibus partibus, d. h. der Embryonalleib entsteht gleichmässig und in seiner ganzen Begrenzung als eine die Reste des Dotters einschliessende Zellenschicht. Bei den höheren Thieren zeigt sich eine Evolutio ex una parte, hierbei wird der Dotter ungleichmässig und erst nach und nach umwachsen von gewissen Punkten aus, an welchen die ersten Anlagen des Embryo auftreten. Im letzteren Falle zeigt sich noch eine Reihe von Verschiedenheiten. Die Schnecken schliessen sich an das erstgeschilderte Verhalten an. Bei ihnen besteht die Embryonalanlage aus einem flächenhaft entwickelten Primitivtheile, welcher den Rest des Dotters in der Folge ganz umgreift, bei den Cephalopoden bleibt ein Theil des letzteren als Dottersack frei. In anderen Fällen entsteht der Embryo aus einem Keimstreifen, entweder auf der Unterfläche des Dotters, es entspricht der Keimstreifen dann der ersten Anlage der Bauchtheile: bauchständiger Primitivstreifen (bei vielen Anneliden und fast allen Arthropoden), oder er liegt dem Dotter auf und entspricht dann der ersten Anlage der Rückenorgane: rückenständiger Primitivstreifen (bei den Vertebraten). Bei dem fortschreitenden Wachsthum der als Primitivstreifen auftretenden Embryonalanlage wird der Dotter auch entweder vollkommen in den Leibesraum aufgenommen (Frosch, Insect), oder es bildet sich ein Dottersack (Vögel, Säugethiere). Auch die weitere allmählig fortschreitende Organisirung des Embryonalkörpers verläuft bei verschiedenen Thieren sehr verschieden, bei niederen Thieren erscheint er am einfachsten. Im Allgemeinen treten die verschiedenen Organe in der Reihenfolge ihrer Bedeutung für den fertigen Organismus überhaupt auf, oder nach ihrem Werth für die besonderen Bedürfnisse der Jugendzustände (CLAUS).

Künstliche Entwickelungsstörungen (C. DARESTRE). — Man ist im Stande, durch verschiedene Mittel: Vertikale Stellung der Eier, Ueberziehen der Schale mit mehr oder weniger impermeablen Stoffen, namentlich aber durch Anbringen einer Wärmequelle in der Nähe der Cicatricula und Steigerung oder Herabminderung der normalen Bruttemperatur, Störungen in der Entwickelung der Eier hervorzurufen. Die einfachen Monstrositäten entstehen durch primäre Entwickelungshemmung besonders des Amnion und der Area vasculosa, deren Veränderungen secundär Verbildungen anderer Organe bewirken. So bewirkt z. B. Entwickelungshemmung der Kopfkappe: Cyclopie, Verdoppelung des Herzens etc.; der Schwanzkappe: Symmelie; der Area vasculosa: Anencephalie. Doch gelang es DARESTRE noch nicht durch bestimmte Einwirkungen auch voraus zu bestimmende Monstrositäten hervorzubringen.

Entwickelung der Ovarien und Eier (WALDEYER). — Bei Hühnerembryonen treten die ersten Spuren der Keimdrüsen beider Geschlechter gegen Ende des vierten Tages auf. Der WOLFF'sche Körper (S. 568) zeigt sich mit einem regelmässigen cylindrischen Epithel über-

zogen, das Epithel der übrigen Peritonealhöhle besteht dagegen bereits aus kleinen glatten **Zellen**. Nach SCHENK trägt ursprünglich die ganze Pleuroperitonealspalte an ihrer Innenfläche **ein** Cylinderepithel. Am vierten Bruttage verdickt sich in der Mitte und an den Seitentheilen **des** WOLFF'schen Körpers das erwähnte Cylinderepithel bedeutend, die mittlere Verdickung **ist** die erste Anlage des Ovariums, die seitliche dient zur Bildung der späteren Tube, des MÜLLER'schen Ganges. Während sich bei weiblichen Individuen diese Epithelialverdickung weiter entwickelt, schwindet sie bei männlichen gegen den achten oder neunten Tag. Bei ersteren erhebt sich bald aus dem interstitiellen Gewebe des WOLFF'schen Körpers unter jener Epithelverdickung eine kleine, zellenreiche, hügelige Wucherung. Das verdickte Epithel über derselben gestaltet sich nun nach und nach zur Anlage der GRAAF'schen Follikel und Eier, sowie des späteren Ovarialepithels, während die bindegewebige Wucherung bestimmt ist, das vaskuläre Stroma des Eierstocks zu liefern (WALDEYER). Schon jetzt zeichnen sich einzelne Zellen des Epithels durch Grösse, runde Form und umfangreiche Kerne aus. Die bisher geschilderten Vorgänge lassen sich auch bei Säugethieren konstatiren. Die weitere Ovarialentwickelung beruht nach WALDEYER (Fig. 274) auf einem eigenthümlichen Durchwachsungsprocess des Keimepithels und des darunter liegenden bindegewebigen Stromas. Hervorwachsende Bindegewebsmassen drängen sich zwischen das gleichfalls wuchernde Epithel ein und umschliessen bald grössere, bald kleinere Partien desselben, welche auf diese Weise mehr und mehr in die Tiefe des Stromas eingebettet werden. In diesem Stadium der Entwickelung bildet das gefässreiche Bindegewebe unter einander zusammenhängende, gleichsam kavernöse Maschenräume, welche Keimepithel in sich einschliessen, dessen einzelne Partien auch meist noch netzförmig unter einander zusammenhängen.

Fig. 274.



Querschnitt des WOLFF'schen Körpers mit der Anlage des Eierstocks und des MÜLLER'schen Ganges. (Hühnerembryo vom Ende des vierten Bruttages.) *WK* WOLFF'scher Körper. *y* Querschnitt des WOLFF'schen Ganges. *a*, und *a* Verdicktes Keimepithel. *z* MÜLLER'scher Gang im Zusammenhange mit dem Keimepithel. *E* Eierstocksanlage mit stark verdicktem Keimepithel. *O*, *O* Primordialeier. *m* Mesenterium. *L* Seitliche Bauchwand.

Unter den so in das Ovarialstroma eingebetteten Epithelzellen zeichnen sich bald viele durch ihre Grösse und die Grösse ihres Kernes aus, es sind Eier. Die Mehrzahl der anderen Zellen bleibt dagegen klein und gruppirt sich als eine Art Epithel um die Eizellen herum, die einzelnen Eizellen nebst ihrer epithelialen Umhüllung werden durch dazwischen wucherndes Bindegewebe von einander getrennt, die so dargestellten Fächer sind die jüngsten Follikel, die Primordialfollikel, erst in der Folge entwickelt sich die Theca folliculi. Die Form der Fächer, innerhalb deren die Eizellen mit dem Follikelepithel eingebettet sind, ist eine verschiedene, bald sind es rundliche, bald ovale, bald schlauchförmige Bildungen, auf welche letztere namentlich PFLÜGER zuerst aufmerksam gemacht hat. Nach BISCHOFF ist mit Ablauf der Fötalperiode die Entwickelung der Eier zu Ende, die im Verlauf des Lebens zur Reife gelangen.

Follikelepithel und Eizelle stehen genetisch in einer directen Beziehung. Die Eier sind bei allen Thierklassen weiter entwickelte, besonders ausgebildete Epithelzellen des Ovariums. Die Primordialeier erscheinen im Principe einander überall gleich gebaut, der äussere Unterschied der reifen Eier beruht auf den secundären Bildungen, welche das Ei theils noch im Eierstock, theils erst in den Eiwegen umhüllen (Waldeyer).

Allgemeines über die Entwickelung der Zeugungsdrüsen beider Geschlechter (Kölliker). — Für die Schilderung der Entwickelung der Geschlechtsorgane bieten die Wolff'schen Körper den Ausgangspunkt. Wir lernten die Wolff'schen Körper (S. 568) beim Menschen in der 4. und 5. Embryonalwoche als zwei spindelförmige Drüsen kennen, welche in der ganzen Länge der Bauchhöhle sich erstrecken und durch ihre Ausführungsgänge die Urnierengänge oder die Wolff'schen Gänge (Thiersch), welche an ihrer äusseren vorderen Seite herablaufen, in das untere Ende der Harnblase, unterhalb der Ureteren münden. Die Geschlechtsdrüsen, Hoden oder Eierstöcke, entstehen selbständig, anfänglich bei beiden Geschlechtern in gleicher Anlage (Waldeyer) an der inneren Seite der Wolff'schen Körper. Gleichzeitig entwickelt sich neben dem Wolff'schen Gang noch ein zweiter Canal, der Müller'sche Gang oder Geschlechtsgang, welcher sich auch in das untere Harnblasenende einsenkt. Dieser Gang verschwindet beim männlichen Geschlechte bis auf die Vesicula prostatica, den Uterus masculinus, wieder, die Geschlechtsdrüse tritt mit dem Wolff'schen Körper, der zum Theil den Nebenhoden bildet, in Verbindung, der Wolff'sche Gang wird Samenleiter. Beim weiblichen Organismus sind dagegen der Wolff'sche Körper und Gang ohne grössere Bedeutung, sie verschwinden bis auf den Nebeneierstock, die Müller'schen Gänge dagegen bilden sich mit ihrem unteren verschmolzenen Ende zu Uterus und Scheide, mit dem getrennt bleibenden oberen zu den Eileitern um. Schon oben wurde erwähnt, dass auch bei den männlichen Embryonen ein Keimepithel wie im Ovarium angelegt wird, aber bald verkümmert. Nach Waldeyer enthält jede Keimdrüse stets die Anlage beider Geschlechter, eine derselben bildet sich zurück. Es tritt auch bei den Embryonen beider Geschlechter zunächst ein Theil der Blinddärmchen des Wolff'schen Körpers mit der Anlage der Keimdrüse in Verbindung, indem sie in dieselbe hineinwachsen. Bildet sich die Keimdrüse zum Eierstock aus, so verkümmern die theilweise hineingewachsenen Wolff'schen Blinddärmchen zu dem Nebeneierstock. Im Gegentheile verlängern sie sich und schlängeln sich knäuelförmig, wenn die Keimdrüse zum Hoden wird. Die nicht mit dem Hoden verwachsenden Canälchen sind die Vasa aberrantia Halleri. Bei beiden Geschlechtern bleiben die oberen blasigen Enden der Müller'schen Gänge, beim Mann als Morgagni'sche Hydatide, beim Weib als ein Bläschen in der Nähe der Tuben. Die Reste des Urnierentheils des Wolff'schen Körpers werden beim Weibe zu einem dem Nebeneierstock anliegenden Körper, beim Manne liegen sie am Nebenhoden als Giraldès'sches Organ, Parepididymis.

Zur vergleichenden Anatomie. — 1. Hoden (Leydig). Der Hoden der Wirbelthiere enthält die sekretorischen Zellen theils wie der Menschenhoden in langen Canälchen oder in gestielten oder ungestielten Blasen. Dem Menschenhoden analog verhalten sich die Hoden der Säugethiere, der Vögel, Schildkröten, Saurier, Ophidier, z. B. der Ringelnatter. Bei den Batrachiern erweitert sich das blinde Ende der weniger gewundenen Samencanäle kapselartig. Durch eine gleichzeitige Verkürzung der Drüsencanäle wie bei Salamandern wird der Uebergang zu den Hoden gebildet, die aus gestielten Blasen bestehen (Coecilia annulata). Bei Rochen, Haien und Chimären treten die Ausführungsgänge mehrerer solcher Bläschen zu grösseren Stämmchen zusammen, so dass zuletzt nur eine mässige Anzahl Vasa efferentia aus dem Hoden austritt. Bei den Knochenfischen (vielleicht auch bei einigen Vögeln) sind wohl häufig statt der Canäle blasige Räume vorhanden, welche in einen gemeinsamen Hohlgang münden. Beim Stör trifft man dagegen Samencanälchen. Sowohl wenn Canälchen als wenn Blasen den Hoden zusammensetzen, hat man seine bindegewebige Tunica propria und Sekre-

tionszellen im Innern der Drüsenhohlräume zu unterscheiden, so dass der Hodenbau überall, trotz der geschilderten Formverschiedenheiten im Allgemeinen, eine grosse Uebereinstimmung zeigt. Ebenso löst sich die äusserliche grosse Mannigfaltigkeit der Hodenformen bei den Wirbellosen zu ziemlicher Uebereinstimmung auf, wenn man nur die daran betheiligten Gewebe ins Auge fasst. Auch hier sind dies nur Bindesubstanz und Sekretionszellen. Bei den Cölenteraten scheinen nur die letzteren das Wesentliche zu sein, es können bei unseren Hydren die Zellen der äusseren Haut durch lokale Vermehrung und Umbildung ihres Inhaltes zu Samenzellen werden. Die der Tunica propria des Hodens aufliegenden Zellen wimpern bei wenigen Thieren, z. B. bei den eigentlichen Hirudineen.

2. Eierstock (WALDEYER). Im Allgemeinen zeigt sich eine Uebereinstimmung mit der männlichen Keimdrüse. Bei den niedersten Thieren scheinen auch die Eierstöcke auf ihr wesentlichstes Element, die Eizelle, reducirt. Bei den Poriferen sollen sich z. B. einzelne Epithelzellen des Canalsystems zu Eiern ausbilden können. Bei den Infusorien ist der Nucleus als weibliches keimproducirendes Organ aufzufassen. Bei manchen Würmern und Cölenteraten sind einzelne Zellen der Leibeswand mit Keimepithel bekleidet, ohne weitere Unterlage, die Zellen wachsen ohne Weiteres zu Eiern aus. Echinodermen, Mollusken und fast alle Arthropoden zeigen besondere, nach dem Typus der schlauch- oder traubenförmigen Drüsen gebaute Organe, bei den meisten finden sich Analogien der Eifollikel, welche bei den Vertebraten zur ständigen Einrichtung werden. Die primordiale Eizelle wird behufs Ausbildung besonderer Nebentheile in ein eigenes Fach eingeschlossen, von einem vascularisirten Stroma umgeben. Die ganze Anlage der Eierstöcke folgt entschieden dem Typus der echten, d. h. epithelialen Drüsen, auch werden epitheliale Gebilde in Form von rundlichen, länglichen oder schlauchförmigen Massen in ein bindegewebiges, gefässführendes Gerüst eingebettet. Erwähnung haben noch die Zwitterdrüsen zu finden, welche bei dem Molluskentypus sehr verbreitet sind, hier werden, mitunter sogar in denselben Follikeln, sowohl Eier als Samenkörperchen aus den Epithelzellen der Drüsenacini gebildet, z. B. bei Limnaeus auricularis (EISIG). Beiderlei Zeugungsstoffe können dann ihre Abfuhr durch denselben Ausführungsweg finden.

Eireifung und Menstruation.

Periodisch, bei dem menschlichen Weibe meist alle 28 Tage, bei Säugethieren in grösseren Zwischenräumen (Brunst), gelangen ein oder mehrere Follikel des Ovariums zur Reife. Die Follikel dienen als Sprengorgane der Eierstockshüllen. Ihre Grösse und die Spannung ihrer Wand nimmt namentlich durch Vermehrung des Liquor folliculi mehr und mehr zu, die reifenden Follikel nähern sich der Oberfläche des Ovariums und kommen schliesslich unmittelbar unter die obersten Bindegewebsschichten zu liegen. Endlich platzt der Follikel mit den ihn noch bedeckenden Ovarialschichten; das Eichen, umgeben von den Zellen des Discus proligerus, wird dadurch mit der Follikelflüssigkeit frei und von dieser in die Tuben eingeschwemmt, welche, wie man annimmt, sich zur Aufnahme des Eies mit ihren Fransen an den Eierstock anlegen. Der Eierstock des menschlichen Weibes enthält in gemässigten Klimaten etwa von dem 15. Jahre an bis zur Mitte der Vierziger reife Eier. Der periodische, von einer Begattung vollkommen unabhängige Vorgang der Eilösung (BISCHOFF) ist mit einer kapillaren Blutung der Uterinschleimhaut verknüpft: Menstruation, Regel, welche meist mehrere Tage anhält. Die Blutung kann schon vor erfolgter Eilösung eintreten (GERLACH). Auch bei den Säugethieren ist die Eilösung mit einem Blutabgang aus den Genitalien verbunden. Bei dem mensch-

lichen Weibe wird meist nur ein Ei bei jeder Menstruation gelöst. Während der Schwangerschaft und Laktation findet normal keine Eireifung und daher auch keine Menstruation statt. (Ueber Menstrualblut cf. S. 413).

Pflüger hat die Meinung ausgesprochen, dass die mit einer theilweisen Abstossung der oberflächlichen Schicht des Uterusepithels einhergehende Kapillarblutung des Uterus gleichsam eine »Anfrischung der Uterinschleimhaut in chirurgischem Sinne sei, um die Verbindung, gleichsam Verwachsung des befruchteten Eichens mit der Uterinschleimhaut zu ermöglichen. R. Sigismund hält die Menstruation für den Process der Ausstossung einer nach jeder Eilösung sich bildenden Decidua, mit welcher das unbefruchtet abgestorbene Ei, in analoger Weise wie bei einem Abortus, unter Blutaustritt ausgestossen werde.

Der geplatzte Follikel bildet sich zum Corpus luteum. Bei dem Zerreissen gelangt (nicht immer, His) etwas Blut in seine Höhle. Die Zellen des Follikelepithels wuchern zuerst, gehen dann aber eine fettige Metamorphose ein, die Follikelwand bildet sich zurück, der so gebildete gelbe Körper rückt wieder mehr und mehr in das Innere des Ovariums. Meist schon vor der nächstfolgenden Menstruation schrumpft das Corpus luteum immer mehr, endlich verschwindet es, manchmal einige Pigmentkrystalle, Haematoidin, zurücklassend. Gerlach deutete als Reste sich zurückbildender Follikel »scheinbar röhrenförmige Bildungen, welche stark aufgewunden ganz den Eindruck von Samencanälchen machen«. Sie fanden sich in der Mitte eines geschlechtsreifen Ovariums. An der oberflächlichen Rissstelle des Ovariums bleibt eine Narbe, wodurch die anfänglich glatte Ovarialoberfläche mehr und mehr uneben wird. Während der Schwangerschaft entwickelt sich das zuletzt entstandene Corpus luteum zu bedeutenderer Grösse: man bezeichnet solche stärker entwickelte als wahre gelbe Körper, während man die nach jeder Menstruation sich bildenden falsche gelbe Körper nennt.

Die Befruchtung. Zeugung.

Die Entstehung eines neuen vollkommenen Individuums durch geschlechtliche Zeugung wird durch die materielle Vereinigung der Keimsubstanzen des männlichen und weiblichen Geschlechts eingeleitet. Das Wesen der Befruchtung besteht in dem Eindringen eines oder mehrerer Samenfäden in das Innere des Eies und Verschmelzen der Substanz der weiblichen Keimzelle, des Eies, mit der der männlichen, des Samenfadens (S. 16).

Höchst wahrscheinlich treffen bei dem menschlichen Weibe, wie bei den Säugethieren, Ei und Samen oft schon auf dem Ovarium oder in dessen Nähe in den Tuben zusammen, Bischoff fand bei Säugethieren nach der Begattung (nach 20 Stunden bei einer Hündin) Samenfäden auf der Oberfläche des Ovariums. Das befruchtete Ei gelangt meist, wahrscheinlich unterstützt durch die Flimmerbewegung der Tubenschleimhaut, in den durch die Menstrualblutung zu seiner Aufnahme vorbereiteten Uterus, setzt sich an dessen Schleimhaut fest und wird von dieser in noch nicht vollkommen aufgehellter Weise umwachsen.

In Beziehung auf nähere Beschreibung der folgenden Vorgänge der Schwangerschaft und Geburt, sowie auf die Kritik der Lehren über Ueberschwängerung und Ueberfruchtung wird auf die Lehrbücher der Geburtshülfe verwiesen.

Spallanzani hat zuerst unbestreitbar bewiesen, dass der materielle Contact von Samen und Ei die wesentliche Bedingung der Befruchtung bildet. Nach Unterbindung der Tuben ist die Begattung unwirksam, Frosch- und Fischeier entwickeln sich bei künstlicher Be-

fruchtung, auch Säugethiere können mittelst experimenteller Einspritzung von Samen in die Genitalien befruchtet werden. Schon SPALLANZANI's Versuche wiesen auf die hervorragende Bedeutung der Samenfäden für die Befruchtung hin. Nach den Untersuchungen von BARRY, BISCHOFF und NEWPORT dringen die Samenfäden unter lebhaften Bewegungen mit dem Kopf voran durch die Zona pellucida des Säugethiereies in dieses ein. Bei den Eiern der Insecten und der Eingeweidewürmer etc. sind für das Eindringen der Samenfäden eigene Oeffnungen, Mikropylen, für den Durchtritt der Samenfäden an den festen Eihüllen vorhanden.

Arten der Zeugung (CLAUS). — Im ersten Capitel haben die wichtigsten Gesichtspunkte über die Entstehung neuer Individuen schon ihre Darstellung gefunden. Es erübrigt noch, die verschiedenen Formen der elterlichen Zeugung im Einzelnen etwas näher zu betrachten. Sie lässt sich im Allgemeinen immer auf die Absonderung eines körperlichen Theils zurückführen, welcher sich zu einem dem elterlichen Organismus ähnlichen Individuum entwickelt. Als Hauptformen der Zeugung pflegt man zu unterscheiden: Theilung, Sprossung, Keimbildung und geschlechtliche Fortpflanzung. Die drei ersten Zeugungsformen werden als ungeschlechtliche Zeugung zusammengefasst. Die Fortpflanzung durch Theilung findet sich vorzugsweise bei den Protozoën. Die zur Trennung in zwei Individuen führende Abschnürung des Mutterthiers kann longitudinal, transversal und diagonal erfolgen, sie kann vollständig oder unvollständig sein. Im letzteren Falle entsteht durch fortgesetzte unvollständige, dichotomische Theilung, wobei die neuentstandenen Thiere mit den alten im Zusammenhang bleiben, ein sogenannter Thierstock (Vorticellinen, Polypenstöcke). Bei der Keimung geht der Abschnürung oder vollkommenen Theilung ein einseitiges, zur Bildung einer Knospe führendes Wachsthum des Mutterthieres voraus. Tritt keine vollkommene Abtrennung ein, so entstehen auch hier wie bei unvollkommener Theilung Thierstöcke (Polypenstöcke). Bei der Keimbildung sondern sich im Innern des Organismus Zellen oder zellenähnliche Bildungen (Keimkörper) ab, welche sich zu neuen Individuen organisiren können. Bei den Gregarinen löst sich das ganze Mutterthier in Keimkörner, d. h. in ihre Nachkommenschaft auf, meist bildet sich aber nur ein Theil des mütterlichen Organismus zu Keimen um (Trematoden, Sporocysten), und zwar geschieht das in der Mehrzahl der Fälle in einem bestimmten, die Funktion der Fortpflanzung übernehmenden Organe: Fortpflanzungskörper (Infusorien, Cecidomyialarven, vivipare Aphiden, cf. unten).

Die geschlechtliche Fortpflanzung schliesst sich in ihren Grenzformen der Keimbildung vollkommen an. Im Allgemeinen besteht ihr Wesen in der Bildung zweier verschiedener Keime, Eizelle und Samenzelle, deren Conjugation erst zur Entwickelung eines neuen Individuums führt. Die Fortpflanzungskörper bezeichnet man hier als männliche (Samen erzeugende) und weibliche (Eier zeugende) Geschlechtsorgane. Als die ursprüngliche und einfachste Form des Auftretens der Geschlechtsorgane erscheint der Hermaphroditismus. Ei und Same wird von demselben Thiere erzeugt, der Zwitter, Hermaphrodit repräsentirt für sich allein die Art. Am meisten verbreitet ist diese Fortpflanzungsform unter den niederen Thieren, doch findet sie sich in allen thierischen Organisationsplänen (CLAUS). Besonders einzeln vorkommende (Eingeweidewürmer) oder sich langsam bewegende (Landschnecken, Würmer) oder der Ortsbewegung ganz unfähige Thiere (Tunicaten, Austern) sind hermaphroditisch. In den einfachsten Fällen begegnen und befruchten sich die beiden nachbarlich entstandenen Keime direct im Organismus des Zwitters (Ctenophoren). Bei den Schnecken finden sich noch Eierstöcke und Hoden in derselben Drüse: Zwitterdrüse, vereinigt, die Ausführungswege zeigen dabei aber eine fortschreitende Sonderung. Bei den Trematoden bestehen zwischen den getrennten Ausführungsgängen noch communicirende Gänge, durch welche ein Begegnen der beiden Zeugungsstoffe ermöglicht ist. Endlich leitet der Hermaphroditismus dadurch zur Trennung der Geschlechter über, dass Eierstöcke und Ovarien vollständig getrennte Ausführungswege besitzen, so dass nicht mehr die Selbstbefruchtung, sondern die Wechselbefruchtung zweier hermaphroditischer Individuen, von denen dabei meist jedes die Rolle des Männchens und Weibchens spielt, zur Regel

wird. Verkümmert die eine Form der Geschlechtsorgane theilweise oder vollkommen (Distomum filicolle und haematobium), so haben wir Individuen getrennten Geschlechtes vor uns.

Die geschlechtliche Zeugung reiht sich noch weiter durch die besonders bei Insekten ziemlich häufig beobachtete (v. Siebold) Parthenogenesis innig an die einfache Keimbildung. Die in einem ausgesprochen weiblichen Organismus, in einem Eierstock entstandene Eizelle ist unter gewissen Verhältnissen ähnlich wie die Keimzelle spontan entwickelungsfähig, ohne Hinzutritt des männlichen Keimstoffs (Bienen, Psychiden, Schildläuse, Rindenläuse etc.). Bei den sonst eierlegenden und geschlechtlich sich fortpflanzenden Blattläusen kommen Generationen, im Allgemeinen nach dem Typus von Weibchen gebauter viviparer Individuen vor, denen aber die Einrichtungen zur geschlechtlichen Befruchtung mangeln, und deren Eier sich ohne Begattung entwickeln. Auch die Cecidomyienlarven erzeugen lebendige Junge. In der Anlage der Fortpflanzungsdrüse entsteht bei ihnen sehr frühzeitig eine Anzahl von Fortpflanzungszellen, welche sich sofort ohne Befruchtung zu Larven entwickeln, so dass hier kein Untersehied zwischen der Geschlechtsdrüsenanlage und dem Fortpflanzungskörper der Keimbildung existirt (cf. oben).

Oben (S. 16 und 1036) wurde schon darauf hingewiesen, das auch das unbefruchtete Säugethierei gewisse erste Stadien der Entwickelung regelmässig durchmacht (Bischoff, Oellacher), es geht jedoch in der Folge sehr bald zu Grunde. Bei der Parthenogenesis schreitet die Entwickelung des Eies bis zu ihrem Endziele fort. Wahre Parthenogenesis ist bisher nur bei Wirbellosen neben geschlechtlicher Zeugung beobachtet worden. Am längsten bekannt ist der Vorgang bei den Bienen. Von dem Hochzeitsflug kehrt die Bienenkönigin mit gefülltem Receptaculum seminis in den Bienenstock zurück, sie ist willkürlich (?) im Stande, die von ihr gelegten Eier zu befruchten. Es ist durch die Untersuchungen v. Siebold's u. A. erwiesen, dass nur die Eier, aus welchen sich Arbeiterinnen bilden sollen, befruchtet werden, die Eier, aus denen sich Drohnen, Männchen, entwickeln, bleiben dagegen unbefruchtet. Bei den Psychiden fand v. Siebold das Verhältniss im Allgemeinen analog wie bei den Bienen, die unbefruchteten Eier liefern hier aber nur Weibchen.

Die Parthenogenesis steht mit dem Generationswechsel in einem gewissen Zusammenhang. In der Mehrzahl der Fälle sehen wir aus dem Ei einen jugendlichen Organismus hervorgehen, der sich nach mehr oder weniger grosser Umbildung zum geschlechtsreifen, die Art repräsentirenden Organismus umbildet. Beschränkt sich die nachembryonale Entwickelung nicht nur auf allgemeines Wachsthum und die Ausbildung der Geschlechtsorgane, sondern ist die Körperform des neugeborenen Organismus in wesentlichen Stücken (provisorische Einrichtungen, Larvenorgane) von denen des erwachsenen unterschieden, so bezeichnen wir die Entwickelung als Metamorphose, das unentwickelte Junge als Larve. Der Generationswechsel zeigt uns nun Fälle, bei denen die Entwicklungsvorgänge nicht an einem und demselben Individuum wie bei der Metamorphose ablaufen, bei denen also die gesammte Lebensgeschichte der Art nicht mit der Entwickelung eines Individuums beginnt und abschliesst, sondern sich aus dem Leben und der Entwickelung zweier oder mehrerer Generationen zusammensetzt. Der Larvenzustand, welcher sich zu dem Zustande des vollkommen geschlechtlich entwickelten, die Art repräsentirenden Individuums bei der Metamorphose an ein und demselben Thiere fortbildet, wird bei dem Generationswechsel selbständig, pflanzt sich ungeschlechtlich fort, und erst nach einem gesetzmässigen Wechsel einer oder mehrerer ungeschlechtlich sich fortpflanzender, verschiedenartiger, gleichsam Larven darstellender Generationen entsteht wieder eine geschlechtlich entwickelte, sich geschlechtlich fortpflanzende Generation. Die direkten Nachkommen dieser sind wieder von ihnen verschieden, pflanzen sich ungeschlechtlich durch Knospung oder Keimung fort (Ammen), woraus entweder sofort oder nach einer neuen Ammengeneration (man unterscheidet dann die erste Generation als Grossammen von der zweiten der Ammen) entwickelte Geschlechtsthiere hervorgehen. Unterscheiden sich die Ammen in Gestalt und Lebensverrichtungen wenig von den entwickelten Geschlechtsthieren wie bei Salpen und Aphiden, so

bezeichnet man das wohl auch als Heterogonie. Bei Trematoden, Cestoden, Medusen steht die Amme zum Geschlechtsthiere im Verhältnisse einer Larve. Ammen und Geschlechsthiere können mit einander zu polymorphen Thierstöcken (Siphonophoren) vereinigt sein, wo dann die Individuen in Form, Organisation und Lebensaufgabe verschieden sind (CLAUS).

Begattungsorgane und Begattung. Bei den Säugethieren wird der Same zum Behufe der Befruchtung in die weiblichen Geschlechtsorgane eingebracht, die hierbei betheiligten Organe werden als Begattungsorgane, der Akt selbst als Begattung bezeichnet. Das männliche Begattungsglied wird durch die Erektion zu dieser Function befähigt. Das Wesen der Erektion besteht in einer strotzenden Blutanfüllung der Corpora cavernosa. Sie scheint auf einer Hemmung des Blutabflusses aus den Schwellkörpern, durch Kompression der abführenden Venen, und gleichzeitig auf einem vermehrten Blutzufluss durch Nachlass einer tonischen Gefässcontraction (KÖLLIKER) zu beruhen. ECKHARDT fand, dass beim Hunde Nervenfäden, welche vom Plexus ischiadicus zum Pl. hypogastricus verlaufen: Nervi erigentes, durch ihre Reizung Erektion veranlassen. Sie haben nach demselben Forscher ihren Ursprung im Gehirn und verlaufen durch die Brücke. LOVÉN beobachtete, dass dabei die angeschnittenen Gefässe des Plexus stärker bluten, was für eine Erschlaffung der Gefässwandungen sprechen mag. Der Druck in den Penisgefässen steigt dabei nur auf $1/6$ des Druckes in der Carotis desselben Thieres (LOVÉN). GÜNTHER und HAUSMANN durchschnitten die vasomotorischen Nerven des Penis, welche durch den N. pudendus und die Nn. dorsales penis gehen, wodurch die Fähigkeit zur Erektion vernichtet wurde. Eine Kompression der abführenden Venen haben die Beobachtungen HENLE's und LANGER's wahrscheinlich gemacht. Nach dem ersteren könnte sie, namentlich bei dem Maximum der Erektion, durch den Musculus transversus peritonei erfolgen, durch den die Vv. profundae hindurchtreten. LANGER weist in demselben Sinne auf die an glatten Muskelfasern reichen Vorsprünge in den Venen des Plexus Santorini hin, sowie darauf, dass die Vv. profundae durch die Corpora cavernosa selbst hindurchlaufen. Der gewundene Verlauf der Arteriae helicinae, welcher eine Verlängerung des Penis ohne Zerrung der Arterien ermöglicht, ist aus der Anatomie bekannt.

Der Same wird bei sensibler Reizung des Penis aus den Samenbehältern durch peristaltische Contraction der Samenleiter und Samenblasen in die Harnröhre und von da durch rhythmische Contractionen der Mm. bulbocavernosi und ischiocavernosi in die weiblichen Geschlechtsorgane eingetrieben, in welchen ebenfalls gewisse Reflexbewegungen (v. BISCHOFF, LOTT u. A.), z. B. senkrechteres Aufstellen des Uterus und peristaltische (antiperistaltische?) Bewegungen des Uterus und der Tuben nach den Ovarien zu eintreten sollen. Die Ursachen des Vordringens des Samens in die Tuben und zum Ovarium sind Einsaugung, Schluckbewegungen des Uterus, antiperistaltische Bewegungen des Tubus, combinirt mit der Bewegung der Samenfäden, welche zwar regellos vor sich gehen, aber unter der grossen Zahl doch einige dem Ziele zuführen. Gar nicht erscheint das nach auswärts schwingende Flimmerepithel der Tubarschleimhaut dazu geeignet.

Nach den Beobachtungen von L. OSER und W. SCHLESINGER werden die **Uterusbewegungen** vom Gehirn (verlängerten Mark) aus angeregt. Durch Athmungssuspension, durch rasche Verblutung und durch Absperrung der arteriellen Blutzufuhr zum Gehirn wird ein Reizzustand in

demselben gesetzt, durch welchen Uterusbewegungen ausgelöst werden. Im Allgemeinen zeigen die Uterusbewegungen gewisse Analogien mit der Darmbewegung. Auch vom Rückenmarke gehen nach SCHLESINGER Uterusnerven aus. Uterusbewegungen können reflektorisch z. B. durch Reizung der Brustwarzen angeregt werden.

Entwickelung der äusseren Genitalien (KÖLLIKER). — Hoden und Eierstöcke liegen Anfangs in der Bauchhöhle an der vorderen inneren Seite der Urnieren neben den Lendenwirbeln. Die Hoden rücken bekanntlich später allmälig nach abwärts (**Descensus testiculorum**) und gelangen meist noch vor der Geburt (im 8. Monat) durch den Leistencanal in das Scrotum, in welches sich schon im dritten Monat der Processus vaginalis peritonei selbständig ausgestülpt hat. In Ausnahmefällen bleiben ein oder beide Hoden im Leistencanale oder in der Bauchhöhle: Kryptorchidie. Der **Descensus ovarii** ist weniger ausgeprägt als der des Hodens. Es rücken die Eierstöcke gegen die Leistengegend herab, indem sie sich zu gleicher Zeit schief stellen. In sehr seltenen Fällen treten sie wie die Hoden in den Leistencanal und können selbst bis in die grossen Schamlippen herabrücken.

Die äusseren Geschlechtstheile bilden sich bei beiden Geschlechtern aus primär gleicher Anlage. In der vierten Woche zeigt sich nahe am hinteren Leibesende die Kloakenmündung, die gemeinsame Mündung des Darms, des Urachus und der Urnieren. Noch bevor sich diese einfache Oeffnung trennt, erheben sich, etwa in der sechsten Woche, vor derselben ein einfacher Wulst: Geschlechtshöcker, und zwei seitliche Falten: Geschlechtsfalten. Gegen Ende des zweiten Monats zeigt sich weiter die sogenannte Geschlechtsfurche von der unteren Seite des sich mehr erhebenden Höckers zur Kloakenmündung verlaufend. Im dritten Monat, in welchem sich auch die Kloakenmündung in die beiden oben angeführten Oeffnungen durch Bildung des Dammes trennt, treten die Geschlechtstheile deutlicher hervor. Beim männlichen Embryo wird der Genitalhöcker zum Penis, im dritten Monat bildet sich an seiner Spitze eine kleine Anschwellung, die Glans; in der ersten Hälfte des vierten Monats verwächst die Genitalfurche zur Harnröhre, und etwa gleichzeitig verwachsen auch die beiden Genitalien zum Scrotum, eine Naht: Raphe scroti et penis, die von der Penisspitze zum Anus läuft, deutet die Verwachsungsstelle an. Den hinteren Harnröhrenabschnitt bildet der Sinus urogenitalis, als dessen röhrenförmiger Ansatz nun die Harnröhre des Mannes erscheint. Bei den weiblichen äusseren Genitalien verwachsen Geschlechtsfurche und Geschlechtswülste nicht, wodurch der Sinus urogenitalis ganz kurz bleibt. Die Genitalwülste werden zu den grossen Schamlippen, die Ränder der Geschlechtsfurche zu den Labia minora, von welchen aus dann auch eine Falte um die Glans, die aus dem Geschlechtshöcker sich bildende, lange unverhältnissmässig gross bleibende Clitoris sich erhebt. Der verkürzte Sinus urogenitalis bildet eine Grube zwischen den kleinen Schamlippen, in welche die kurze Harnröhre und die Vagina getrennt einmünden.

Alphabetisches Register.*)

A.

B.

*) Man vergleiche auch die mehrfachen ausführlichen Inhaltsübersichten.

C. (cf. auch K.)

D.

E.

F.

G.

H.

I.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

T.

U.

V.

W.

X.

Z.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.



